This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

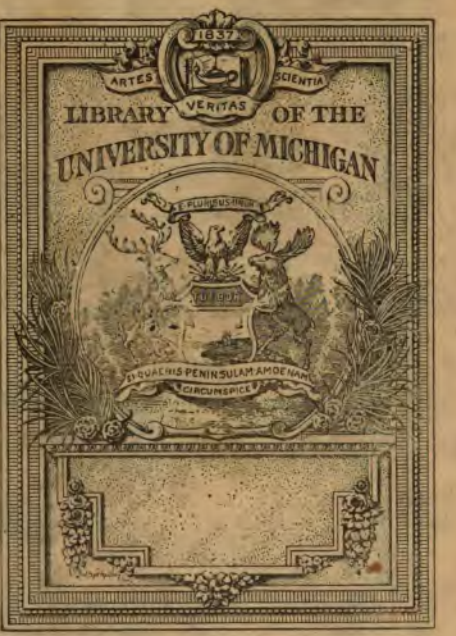
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

QL
143
Z16


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig, Poststraße 3

# Künstlerischer Wandschmuck

## für Haus und Schule. Farbige Künstlersteinzeichnungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

# Künstlerischer Wandschmuck

für Haus und Schule. Farbige Künstlersteindrucke

**Größere Blätter:**

**Kleinere Blätter:**

**Bunte Blätter**

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
156. Bändchen

# Das Süßwasser-Plankton

Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken

Von

Dr. Otto Zacharias

Direktor der Biologischen Station zu Plön (Holstein)

Mit 49 Abbildungen

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1907

Science Library
QL
143
.Z16

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

# Vorwort.

Jeder Gebildete spricht gelegentlich vom „Plankton" und das, was mit diesem Worte bezeichnet wird, ist während des letztverflossenen Jahrzehnts ein ziemlich populärer Gegenstand geworden. Aber trotzdem gibt es nicht allzu viele Leute, welche sich die interessante Welt der frei im Wasser flottierenden Lebewesen genauer angesehen haben und mit ihrer Naturgeschichte vertraut sind. Eine Einführung in dieses Gebiet, welche gemeinverständlich genug wäre, um auch den Laien ohne Schwierigkeit mit den Elementen der Planktonkunde bekannt zu machen, gab es bisher nicht. Dieses kleine Buch will nun jene Lücke ausfüllen, und als Verfasser desselben glaube ich die Hoffnung hegen zu können, daß es seinem Zwecke, eine Orientierung über das ganze einschlägige Gebiet nach dem neuesten Stande unserer Kenntnisse zu geben, ausreichend entsprechen wird. Wer aber noch tiefer eindringen will, der darf sich nicht auf diese gemeinverständliche Anleitung und die wissenschaftlichen Spezialwerke beschränken, welche das Plankton behandeln, sondern er muß selbst Fangnetz und Mikroskop zur Hand nehmen, um sich einen Grundstock von eigenen Anschauungen zu erwerben. Dies würde insbesondere auch denjenigen Vertretern des Lehrerstandes (höherer und anderer Schulen) zu empfehlen sein, welche die Naturgeschichte des Planktons für den Unterricht verwerten wollen. Vielleicht kommt es auch in nächster Zeit dazu, daß in Plön biologische Ferienkurse veranstaltet werden, und für diesen Fall würde die vorliegende Schrift einen bequemen Leitfaden abgeben.

Plön, Biologische Station, Ende März 1907.

Dr. Otto Zacharias.

193253

# Inhalt.


| | | Seite |
|---|---|---|
| I. | Begriff und Gegenstand der Hydrobiologie . . . | 1 |
| II. | Historischer Rückblick . . | 4 |
| III. | Vom Plankton im allgemeinen und wie man es fängt, resp. konserviert . | 7 |
| IV. | Die planktonischen Krustazeen . . . . . | 14 |
| V. | Über das Verhalten der Planktonkrebse zum Lichte | 26 |
| VI. | Faunistisch-tiergeographische Ermittelungen bezüglich der lakustrischen Krebsfauna . . . . . | 31 |
| VII. | Die Rädertiere (Rotatorien) des Planktons . . | 35 |
| VIII. | Passive Wanderung der Krebse und Rädertiere . | 43 |
| IX. | Entstehung neuer Arten und Varietäten durch Isolierung . . . . . | 50 |
| X. | Die Geißelträger (Flagellaten) des Planktons . . | 54 |
| XI. | Planktonische Wurzelfüßer und Infusorien | 62 |
| XII. | Die planktonischen Pflanzenformen . . . | 67 |
| XIII. | Die Periodizität der Planktonwesen . . . | 78 |
| XIV. | Tiere und Pflanzen des Planktons in ihrer gegenseitig. Beziehung | 92 |
| XV. | Einige Bemerkungen über das Plankton flacher Tümpel und Teiche (Heleoplankton) | 99 |
| XVI. | Das Plankton der Flüsse (Potamoplankton) . . | 102 |
| XVII. | Das Verhältnis der Hydrobiologie zum Fischereiwesen . . . . | 106 |
| XVIII. | Das Plankton als Gegenstand eines zeitgemäßen biologischen Schulunterrichts . . . | 110 |
| XIX. | Die biologische Station zu Plön . . . . . | 115 |
| XX. | Ozeanisches Plankton. | 119 |

# I. Begriff und Gegenstand der Hydrobiologie.

Seit etwa zwei Jahrzehnten ist ein Forschungszweig zur Blüte gediehen, der sich mit dem Leben in unseren Gewässern beschäftigt, insofern dieses eine reiche Fülle von merkwürdigen Tier- und Pflanzenwesen umfaßt. Eine lange Zeit hindurch hatte man diesen nahe liegenden Gegenstand der Beobachtung und des Studiums völlig unbeachtet gelassen, weil es so schien, als sei es gar nicht erst der Mühe wert, denselben Fleiß und ein gleiches Maß von intellektueller Anstrengung auf die nähere Erforschung der Organismenwelt unserer einheimischen Wasserlachen und Binnenseen zu verwenden, welche man seit langem schon dem imponierenden Meere und seinem staunenswerten Lebensreichtume zu widmen gewohnt war. Es bestätigte sich hierbei die alte Erfahrung, daß über das Fernerliegende, aber in die Augen Springende, das bescheidener sich Gebende und in der Nähe Befindliche leicht der Vernachlässigung anheimfällt. Glänzende Forschungsexpeditionen hatten uns mit den lebendigen Schätzen der Salzflut bekannt gemacht; in den Laboratorien der Zoologen und Botaniker schwelgte man in der Bewunderung der aufgefischten Objekte, welche auch wirklich das volle Interesse ganzer Generationen von Naturforschern in Anspruch zu nehmen geeignet waren. Nichts ist unter derartigen Umständen begreiflicher, als daß außer den Aquariumsliebhabern und vielleicht Leuten, die aus der Schule des trefflichen Roßmäßler hervorgegangen waren, eigentlich niemand daran dachte, sich eingehender mit dem Süßwasser zu befassen, um zu erkunden, was wohl dieses bei gründlicherer Durchforschung zutage fördern würde. Das Hauptinteresse der wenigen Wissenschaftler, welche etwa die heimischen Teiche und Seebecken zu ihrer Studien-Domäne machten, konzentrierte sich vornehmlich auf die Fische und die größeren Vertreter der Insektenwelt, so daß gelegentlich

einige neue Wasserkäfer, Köcherfliegen und Libellen zur Auffindung gelangten. Von derartigen Ergebnissen nahm aber außerhalb des Kreises der Fachgenossen kaum jemand weiter Notiz. Algenforscher mochten dann und wann wohl eine größere Anzahl neuer Formen in der mikroskopischen Wasserflora entdecken, aber es kam weder zu weiteren Ausblicken noch zur Aufstellung umfassenderer Gesetzmäßigkeiten, durch welche die gesammelten Gelegenheitsfunde ein allgemeines und wissenschaftliches Interesse gewonnen hätten.

Da machten in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts skandinavische Naturforscher die wichtige Wahrnehmung, daß es in den großen Landseen Schwedens und Norwegens eine hauptsächlich aus frei schwebenden Krebstieren bestehende Tierwelt gebe, deren Vertreter, obgleich nur von geringer Größe, so massenhaft vorhanden waren, daß ihre Menge in einem großen Wasserbecken nach vielen Hunderten von Zentnern geschätzt werden mußte. Alsbald richtete sich die Aufmerksamkeit der Zoologen auch in den übrigen Ländern Europas auf diese merkwürdige Kleinfauna, und siehe da, dieselbe fand sich nicht bloß in den nahe gelegenen dänischen, sondern auch in den viel weiter entfernten Seen der Schweiz vor. Mit dieser Tatsache machte uns (1867 und 1868) zu allererst der Kopenhagener Tierkundige P. E. Müller bekannt, und er war es auch, der damit die Anregung zu einer fortgesetzten und gründlichen biologischen Untersuchung unserer Binnengewässer überhaupt gab. Von da ab erwarben sich wissenschaftliche Arbeiten dieser Art immer mehr Freunde unter den Fachgelehrten und man erzielte auch eine ganze Reihe bemerkenswerter Ergebnisse, die zur Folge hatten, daß schließlich die allgemeine Aufmerksamkeit der berufsmäßigen Forscher auf die Bewohnerschaft der einheimischen Binnenseen hingelenkt wurde. Aber es verging doch noch manches Jahrzehnt, ehe man einen klaren und einigermaßen erschöpfenden Begriff von der gesamten in unseren vaterländischen Gewässern enthaltenen Organismenwelt erlangte. Denn diese besteht, wie sich im Fortgange der Untersuchungen herausgestellt hat, nicht nur aus winzigen Krustazeen, sondern auch aus zahlreichen Arten von Rädertieren, Wassermilben und Infusorien, die mit der Fähigkeit zum freien Schweben im Wasser begabt sind. Wegen dieser Eigenschaft, die aber keineswegs allen Wasserbewohnern zukommt, bezeichnet

man jene im übrigen bunt zusammengewürfelte Gesellschaft mit einem Kollektivnamen (der aus dem Griechischen hergeleitet ist) und der heutzutage jedem Gebildeten bekannt sein dürfte. Oder hätte nicht die Mehrzahl der Leser dieser Schrift schon einmal vom „Plankton" gehört und von der wichtigen, später zu besprechenden Rolle, die dasselbe in der natürlichen Ökonomie der Gewässer spielt? Außer dem Plankton gibt es aber noch viele andere tierische Wesen in unseren Teichbecken, namentlich auch solche, die sich in der seichten Uferzone aufhalten, in deren Bezirk vielfach ein üppiger Pflanzenwuchs zu finden ist, welcher vielen kleinen und auch größeren Organismen zum Versteck oder zum Schutz vor der vom Winde erregten Wasserbewegung dient. Hier leben die Käfer und ihre Larven, die Entwicklungsstadien zahlreicher Zweiflügler (Diptera), Wasserjungfern (Libellulidae), Hafte (Ephemeridae) und Köcherfliegen (Phryganidae), sowie die Sippe der Wasserwanzen, die schlammbewohnenden Würmer, die Muscheln, Schnecken, Moostiere, Schwämme und Süßwasserpolypen. Daneben gibt es aber auch noch eine Menge kleiner Krustazeen von schwerfälligerem Bau, größere Infusorien und festsitzende Rädertiere, denen sämtlich das Vermögen abgeht, sich fern vom Ufer freischwebend im Wasser zu halten.

In den tiefgründigen Seebecken tritt hierzu noch eine dritte Welt lakustrischen Lebens, die sogenannte Grund- oder Tiefenfauna, welche den Teichen und Tümpeln völlig fehlt. Sie besteht aus Abkömmlingen der Uferbewohnerschaft und rekrutiert sich aus Würmern, Moostieren und Insektenlarven. Dazu kommen noch einige Muscheln und Schnecken.

Hinsichtlich einer genaueren Definition des Planktons wäre noch zu erwähnen, daß die frei im Wasser schwebende Organismenwelt, von der oben die Rede war, durchaus nicht bloß aus tierischen Wesen, sondern auch aus zahlreichen Arten von mikroskopischen Pflanzenformen besteht, insbesondere aus niederen kryptogamischen Gewächsen, die man in ihrer Gesamtheit als Algen bezeichnet. Davon wird später noch ausführlich zu handeln sein.

Man bezeichnet neuerdings die Wissenschaft, welche sich speziell mit dem Tier- und Pflanzenleben unserer Binnengewässer befaßt, als lakustrische Hydrobiologie, oder kurzweg als Süßwasserbiologie. Zu ihrem berufsmäßigen Betriebe sind um-

fassende zoologische und botanische (d. h. algologische) Kenntnisse erforderlich. Es ist aber wohl möglich, auch dem Laien einen weitreichenden Einblick in das Gebiet dieses modernen Zweiges der Naturforschung zu verschaffen, wenn er den nachfolgenden Darlegungen ein ernstes Interesse entgegenbringt und die Mühe nicht scheut, sich über Mehreres, was in dem engen Rahmen dieses Bändchens nicht mit voller Ausführlichkeit dargelegt werden konnte, durch die Lektüre größerer Werke zu unterrichten. Am Schlusse vorliegender Schrift teile ich ein Verzeichnis derjenigen Bücher und Abhandlungen mit, welche von solchen, die sich näher mit den Ergebnissen der Süßwasserbiologie vertraut machen wollen, in erster Linie zu benutzen wären.

---

## II. Historischer Rückblick.

Es wurde im obigen schon angeführt, daß dem dänischen Zoologen P. E. Müller das Verdienst zukommt, den ersten Anstoß zur Berücksichtigung der binnenländischen Seenfauna gegeben zu haben. Dem ist aber hier noch nachzutragen, daß es in Deutschland bald darnach die Universitätsprofessoren v. Leydig und Weismann waren, welche in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sich ihrerseits am Bodensee in derselben Richtung forschend bemühten. Koryphäen der deutschen Wissenschaft haben sich also gleichfalls schon erfolgreich zu jener weit zurückliegenden Zeit als Klarsteller des feineren Baues und der Fortpflanzungsverhältnisse einer größeren Anzahl von niederen Krebstieren, welche das Süßwasser bevölkern, betätigt. Als den eigentlichen Begründer einer wissenschaftlichen Seenkunde haben wir jedoch den schweizerischen Naturforscher Prof. F. A. Forel (geb. 1841) zu betrachten, insofern dieser seine wissenschaftlichen Arbeiten von sehr großen Gesichtspunkten aus begann und durchführte. Das Werk, in welchem Forel die Ergebnisse seiner in den Jahren 1873 bis 1876 angestellten Untersuchungen niedergelegt hat, betitelt sich: „Materialien zum Studium der Tiefenfauna des Genfer Sees" (Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Lac Léman). Außerdem hat derselbe Gelehrte seine zahlreichen Beobachtungen, welche die hydrographischen, physikalischen, zoologischen und botanischen Eigentümlichkeien jenes großen Sees

betreffen, in vielen kleineren Schriften veröffentlicht. Nach ihm haben sich zwei jüngere schweizerische Forscher Dr. G. Asper und Dr. Othmar Imhof mit der Zoologie der Alpenseen befaßt und die darin obwaltenden Verhältnisse von biologischen Gesichtspunkten aus studiert. Namentlich betrieb der letztgenannte seine Forschungen in sehr umfassender Weise, insofern er nicht nur Hunderte von Hochseen seines Vaterlandes bezüglich ihrer tierischen Bewohnerschaft untersuchte, sondern auch Ausflüge an die Seebecken Lothringens, Oberösterreichs, Oberbayerns und der Lombardei unternahm, um die darin vorhandene Organismenwelt festzustellen.

In Italien ist es hauptsächlich der Zoolog Pietro Pavesi, Professor an der Universität Pavia, gewesen, welcher durch eine Anzahl von Seen-Untersuchungen die Kenntnis der lakustrischen Tierwelt seines Vaterlandes gefördert hat, und neuerdings ist es seine begabte Schülerin Rina Monti, welche im Sinne ihres berühmten Lehrers die süßwasserbiologischen Untersuchungen auf italienischem Gebiet fortsetzt.

Was Deutschland anbetrifft, so darf ich mich selbst zu denjenigen zählen, welche sich berufsmäßig und während vieler Jahre mit biologischen Seenstudien beschäftigt haben. Ich begann damit 1884 im Riesen- und Isergebirge, wo ich die dortigen Moorgewässer und Hochseen untersuchte. Später begab ich mich an die Salzseen bei Eisleben und die Kraterseen (Maare) der Eifel. Weiterhin explorierte ich die Diluvialbecken Holsteins, Mecklenburgs, Pommerns und Westpreußens, sowie neuerdings (1904 und 1905) die lombardischen großen Seen und verschiedene Binnengewässer Mittelitaliens. Im Jahre 1890 begründete ich am Ufer des Großen Plöner Sees eine besondere Anstalt für Süßwasserbiologie, welche bis zur Stunde unausgesetzt in Betrieb geblieben ist.

In der Folge fand das von mir gegebene Beispiel lebhaften Anklang und es wurden auch an anderen Orten, bezw. in außerdeutschen Ländern, derartige stabile Forschungsinstitute errichtet. So z. B. als eines der ersten die biologische Versuchsanstalt zu Ewois in Finnland, welche mit der dortigen Forstakademie verbunden ist. Dann erfolgte die Begründung von 8 biologischen Stationen in Rußland; etwas später eröffnete man ein Forschungsinstitut verwandten Charakters zu Besse in Frankreich, während Nordamerika seinerseits gleich

mit einem Dutzend Süßwasserstationen, die in verschiedenen Seengegenden errichtet wurden, hervortrat. Italien blieb auch nicht zurück, und es besitzt jetzt zwei derartige Anstalten zu Rom und in Mailand. Hierauf schloß sich England dem gegebenen Beispiele an und ein reicher Privatmann etablierte dort die Station in den Norfolk-Broads. Neuerdings ist es auch in Österreich zur Schöpfung von biologischen Laboratorien gekommen; das eine befindet sich im Prater zu Wien, das andere zu Lunz-Seehof in Niederösterreich. Wie verlautet, wird sich auch Spanien an diesem Fortschritte auf wissenschaftlichem Gebiete beteiligen und an der atlantischen Küste von Marokko eine Anstalt ins Leben rufen, welche gleichzeitig zur Vornahme von marinen und lakustrischen Untersuchungen dienen soll.

In der obigen Aufzählung wird man die Schweiz vermissen. Hier ist tatsächlich noch keine spezielle Anstalt für biologische Seenkunde vorhanden. Aber trotzdem werden lakustrische Forschungen dort mit größtem Eifer betrieben, wie schon die Existenz einer besonderen schweizerischen limnologischen Kommission beweist, welche sich die allseitige Exploration der heimatlichen Seenbecken angelegen sein läßt. Unlängst war z. B. eine eingehende Untersuchung des Vierwaldstätter Sees im Gange, an der sich eine Anzahl hervorragender Forscher im patriotisch-wissenschaftlichen Interesse beteiligt hat. Präsident jener Kommission ist der durch seine klassische Untersuchung der Rhätikonseen bekannte Zoolog F. Zschokke (Basel), und um die Erforschung der lakustrischen Pflanzenwelt in den schweizerischen Seebecken hat sich namentlich C. Schröter (Zürich) hervorragende Verdienste erworben.

So ist binnen zwei Dezennien aus einem kleinen Samenkorn ein mächtiger Baum erwachsen, an dessen Wurzeln niemand mehr rütteln kann. Als die zu Plön begründete erste Süßwasserstation in Tätigkeit getreten war, gab es freilich noch zahlreiche Fachleute, welche der Ansicht huldigten, daß sich das Material für die geplanten Untersuchungen sehr bald erschöpfen würde. Es bestand überhaupt damals noch sehr allgemein die Meinung, daß das Süßwasser viel zu arm hinsichtlich seiner Flora und Fauna sei, um für fortgesetzte Studien immer neuen Stoff zu liefern. Diese Befürchtung hat sich jedoch nicht im entferntesten bestätigt, sondern es stellte sich im Fortgange der hydrobiologischen Untersuchungen vielmehr das gerade Gegenteil

heraus, nämlich eine Überfülle von Fragen und Problemen, die sich an die Organismenwelt unserer Binnengewässer knüpfen und dieselbe zu einem nicht minder interessanten Gegenstande der Untersuchung machen, wie es die marine Tier- und Pflanzenwelt notorisch schon seit Jahrhunderten für den Biologen gewesen ist.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß sich in jüngstverflossener Zeit eine ganze Reihe von namhaften Zoologen und Botanikern der Erforschung des Lebens in den Binnengewässern gewidmet hat. Ohne den übrigen Arbeitern auf diesem Gebiete, welche hier ungenannt bleiben, ihr Verdienst schmälern zu wollen, seien hier hauptsächlich diejenigen hervorgehoben, welche als energische Pioniere bei Erschließung der neuen Forschungsdomäne der Süßwasserbiologie mit tätig gewesen sind. Es begegnen uns da die Namen von C. Apstein, V. Brehm, G. Burckhardt, E. v. Daday, O. Fuhrmann, A. Fritsch, J. Heuscher, W. Hartwig, B. Hofer, F. Könike, H. Klebahn, R. Lauterborn, E. Lemmermann, E. Penard, O. Schmeil, W. Schmidle, C. Schröter, J. Scourfield, Th. Stingelin, S. Strodtmann, W. Weltner, A. Wierzejski, W. Vavra, P. Vogler, M. Voigt, E. Zederbauer, C. Zimmer und F. Zschokke.

---

## III. Vom Plankton im allgemeinen und wie man es fängt resp. konserviert.

Mit dem griechischen Worte „Plankton" bezeichnen wir die frei und willenlos im Wasser treibenden Tier- und Pflanzenarten, welche in der großen Wassermasse eines geschlossenen Seebeckens sehr zahlreich und annähernd gleichförmig verbreitet sind. Es ist eine bunte Gesellschaft von mikroskopisch-kleinen und vielfach auch schon mit bloßem Auge erkennbaren Wesen, welche in ihrer Gesamtheit und quantitativ den Hauptteil der in unseren stehenden Gewässern vorhandenen Lebewelt darstellen. Eine große Menge schwebender Pflanzenformen, die sich von den im Wasser gelösten mineralischen Substanzen ernähren, bilden hier mit zahlreichen tierischen Organismen zusammen eine Lebensgemeinschaft, innerhalb deren ein Verhältnis wechselseitiger Beziehungen besteht, so daß das Ganze einen Mikrokos-

mos ausmacht, in welchem sich Tiere und Pflanzen ebenso gegenseitig in ihren Lebensansprüchen fördern, wie dies in betreff der Landbewohner aus beiden Naturreichen bekanntermaßen auch der Fall ist. Die von den winzigen Schwebtieren ausgeatmete und vom Wasser aufgenommene Kohlensäure wird von den Pflanzenwesen des Planktons in derselben Weise assimiliert und zum Aufbau ihres zarten Körpers verwendet, wie dies von seiten der Landgewächse mit der im Luftmeere vorhandenen Kohlensäure geschieht, die sonst in ihrer Anhäufung jegliches Tierleben auf dem Festlande unmöglich machen würde. Viele planktonische Pflanzenformen (Algen) dienen den Vertretern der Schwebfauna auch direkt zur Nahrung, so daß die innigste Verkettung animalischen und vegetabilischen Lebens in der Naturökonomie der Seebecken zu konstatieren ist.

Fig. 1. Das Planktonnetz.

Um sich Plankton zu Untersuchungszwecken aus einem Teiche oder See zu verschaffen, bedient man sich eines feinmaschigen Netzes aus Seidengaze, dessen Einrichtung aus Fig. 1 ersichtlich wird.

Seiner wesentlichen Konstruktion nach besteht ein solches Netz aus einem konisch geformten Gazebeutel, dessen Öffnung von einem Eisenringe gebildet wird, und aus einem messingenen (becherartigen) Ansatze, der einen Abflußhahn besitzt. Diesen Seihapparat befestigt man (wenn es sich nur um die Erlangung von Oberflächen-Plankton handelt) mit einer 3 bis 4 m langen Leine am Hinterteile des Ruderbootes und läßt ihn während einer etwa 10 Minuten lang fortgesetzten Fahrt mit mäßiger Geschwindigkeit durchs Wasser gehen. Dann wird das Boot angehalten und das Netz über den Seespiegel gehoben; hierbei läuft sogleich alles mitgeschöpfte Wasser durch die Maschen der Gaze ab. Das Fangergebnis aber sammelt sich im Grunde des Netzbechers und kann von dort bei aufgedrehtem Hahne in ein Glasgefäß abfließen. Da der Ansatz am Boden kelchartig vertieft ist, so bleibt das aufgefischte Plankton stets in einer genügend großen Wassermenge zurück, um nicht die Form eines feuchten Breies anzunehmen, der als solcher die Abflußöffnung nicht passieren könnte. Bekommt man beim ersten Fange eine zu geringe Quantität planktonischer Organismen, so muß die Prozedur wiederholt werden. Handelt es sich um sehr tiefe Seen, so empfiehlt es sich, das Netz vom Boote aus senkrecht bis nahe zum Grunde herabzulassen und mäßig schnell wieder heraufzuholen. Auf diese Art bekommt man ein Filtrat aus allen Wasserschichten und erhält einen vollständigeren Überblick hinsichtlich des zurzeit im See vorhandenen Planktons als durch die vorher geschilderte (horizontale) Fangweise. Will man mit Genauigkeit feststellen, welche Organismen in bestimmten Tiefenzonen zu einer gewissen Tages- oder Jahreszeit anwesend sind, so muß man sich eines Schließnetzes bedienen, dessen Mechanismus aus Fig. 2 leicht begreiflich wird.

Dieser Fangapparat ist 20 kg schwer und daher nicht so leicht zu handhaben, wie das einfache Planktonnetz, womit man, je nach Bedarf, horizontale oder vertikale Fänge im Umsehen ausführen kann. Das Schließnetz, welches die folgende Abbildung veranschaulicht, wird von einem langen Tau, welches über eine im Boote befestigte Knüppelwinde läuft, in die zu erforschende Tiefenregion herabgelassen und nun mittels eines Fallgewichtes geöffnet. Letzteres geschieht, indem durch das aufschlagende Bleigewicht die Feder gelöst wird, welche die Klappe vor die quadratische Öffnung des Eisenrahmens drückt,

an dem der Gazebeutel hängt. Unsere Figur zeigt den Eingang des Netzes geöffnet. Hiermit ist es zum Gebrauch fertig und, an seinem Tau senkrecht herabhängend, wird es jetzt mittels des Bootes langsam durchs Wasser fortbewegt. Hat es 10 bis 20 Minuten lang gefischt, so wird ein zweites (größeres) Gewicht von Ringform am Haltetau hinabgeschickt, und dieses bewirkt das Herabschlagen des ganzen Rahmens, der nun auf die Klappe fällt. Auf diese Art wird auf sehr

Fig. 2. Das Plöner Schließnetz (für Planktonfischerei).

einfachem Wege ein Verschluß hergestellt, der es völlig unmöglich macht, daß beim Heraufziehen des Netzes Wasser aus den oberen Wasserschichten in die Netzöffnung eindringt und das Fangresultat fälscht. In unserer Abbildung ist das Schließnetz mit seinem Vorderteil nach rechts gerichtet; links sieht man den Rahmen mit der herabgesunkenen Klappe. Auf dem Tische (rechts) liegen die beiden Fallgewichte, mit denen das Schließen und Öffnen des Netzes in der Tiefe des Sees bewirkt wird.

Die gewöhnlichen Netze, wie ein solches in Fig. 1 dargestellt ist, werden in sehr verschiedener Größe hergestellt und für die meisten Zwecke der Planktonfischerei (wobei es hauptsächlich darauf ankommt, eine hinreichende Menge von Untersuchungs- oder Demonstrationsmaterial zu erhalten) genügt schon ein solches mit einem Gazebeutel von 60 cm Länge und einer Eingangsöffnung von 18 bis 20 cm Durchmesser. Ein gebrauchsfertiges kleines Netz dieser Art liefert der Präzisionsmechaniker A. Zwickert in Kiel (Dänische Straße 24) für 25 Mark. Planktonnetze von beträchtlichen Dimensionen sind entsprechend teurer; schon wegen des hohen Preises der dazu verwendeten Seidengaze. Schließnetze sind im Vergleich zu jenen noch bei weitem kostspieliger, und ein solches der obenbeschriebenen Art (Fig. 2) wird von dem genannten Mechaniker nicht unter einem Preise von Mk. 200 hergestellt.

Ich habe mir gestattet, diese Angaben beizufügen, weil es manchen wissenschaftlichen Interessenten erwünscht sein könnte, eine Bezugsquelle für sorgfältig konstruierte Fangapparate nachgewiesen zu erhalten. Ganz einfache und primitive Planktonnetze kann sich übrigens auch jedermann selbst herstellen, wenn der komplizierte Netzansatz durch ein Stück Messingrohr ersetzt wird, welches man während des Fischens mit einem Korkstöpsel verschließt. Durch Herausziehen des Stöpsels kann man das erbeutete Plankton natürlich ebenfalls leicht in ein untergehaltenes Sammelglas überführen.

Besichtigt man gleich nach dem Fange das, was man mit dem feinen Netz aus dem anscheinend völlig klaren Wasser eines Teiches oder Seebeckens aufgefischt hat, so wird man über die Fülle tierischen und pflanzlichen Lebens erstaunen, welche sich schon dem unbewaffneten Auge darbietet. Nimmt man aber eine mäßig starke Lupe (z. B. ein sogenanntes Leseglas) zur Hilfe, so können wir die verschiedenen Gattungen und Arten noch weit besser erkennen. Wir sind dann bereits imstande, die Krebse von den Rädertieren und diese wieder von den Infusorien zu unterscheiden; ja der Fachmann, dessen Blick hochgradig geübt ist, vermag schon bei einer ganz schwachen Vergrößerung viele Spezies sicher zu erkennen und deren Häufigkeit in dem betreffenden Material festzustellen. Am deutlichsten sichtbar sind immer die planktonischen Krustazeen, weil viele derselben fast Millimeter-Größe besitzen und lebhafte

Bewegungen mit ihren Ruderwerkzeugen ausführen. Namentlich auffällig machen sich die oft blau oder zinnoberrot gefärbten Vertreter der Gattung Diaptomus, welche mit Hilfe ihrer langen, muskelkräftigen Fühler blitzschnell in den engen Glasbehältern hin und her schießen.

Zum Zwecke der mikroskopischen Demonstration konzentriert man das in Halblitergläsern aufbewahrte Material mittels eines Gazefilters, d. h. man entfernt auf diese Weise das überschüssige Wasser und erhält dann eine wimmelnde Masse, die man in kleinen Portionen auf einen Objektträger ausbreitet und mit einem Deckgläschen bedeckt, um die tierischen Wesen in ihren allzu ausgiebigen Bewegungen zu beschränken.

Die Identifizierung und Bestimmung der einzelnen Formen kann in den meisten Fällen schon bei einer 50- bis 75maligen Vergrößerung ausgeführt werden. Nur bei den Algen, wo es sich vielfach um die Feststellung minimaler Größenverhältnisse handelt, wird man häufig zu stärkeren Linsensystemen greifen müssen.

Ist es untunlich, das aufgefischte Plankton an Ort und Stelle, d. h. in unmittelbarer Seenähe zu untersuchen, so empfiehlt es sich, dasselbe abzutöten und für die spätere Bearbeitung im Laboratorium zu konservieren. Für diesen Zweck habe ich folgende drei Methoden sehr probat gefunden:

1. Die Behandlung mit Chromessigsäure. 100 Kubikzentimeter einer zweiprozentigen Chromsäurelösung (in Wasser) werden mit 8—10 Tropfen konzentrierter Essigsäure versetzt und mit diesem Gemisch wird der eingedickte Planktonfang in einer Glasschale übergossen. Nach 2—3 Stunden wird reichlich Wasser zugelassen und das Material auf einem Filter solange ausgewaschen, bis alle freie Säure verschwunden ist. Dann überträgt man den ausreichend konservierten Fang in Alkohol von 70%, wo er sich jahrelang vortrefflich hält.

2. Anstatt der Chromessigsäure kann man auch eine gesättigte Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat) verwenden. Man verfährt im übrigen auf die vorher geschilderte Art, hat aber im vorliegenden Falle auf gründliches Auswässern ganz besonders zu achten. Bei diesem Verfahren werden namentlich auch die pflanzlichen Wesen

sehr gut konserviert. Die endgültige Aufbewahrung erfolgt auch hier in 70%igem Alkohol.

3. Starker Alkohol (von 90 oder 95%) leistet gleichfalls gute Dienste bei der Konservierung des Planktons. Es genügt, wenn der auf dem Filter konzentrierte Fang mit derartigem Weingeiste übergossen und abgetötet wird. Nach Verlauf einer Stunde erneuert man den Alkohol und zuletzt bleibt das Material in solchem von 80% für den ferneren Gebrauch liegen.

Diese drei Arten der Konservierung haben sich mir in einer langen Praxis ausgezeichnet bewährt. Bei der Anwendung von Sublimat bleiben besonders auch die Rädertiere und Infusorien gut erkennbar und hinsichtlich ihrer Körperform in leidlicher Verfassung. Kommt es (wie bei vergleichenden Planktonstudien) nicht so sehr darauf an, daß die anatomischen Einzelheiten der verschiedenen Spezies tadellos erhalten werden, als vielmehr auf die äußere Gestalt und den allgemeinen Habitus der verschiedenen Wesen, welche deren Identifizierung ermöglicht, so genügt auch schon eine Konservierung mit Formalin, welches man tropfenweise zusetzt, bis der ganze, in einem Präparatengläschen enthaltene Fang den bekannten stechenden Geruch nach jener Flüssigkeit angenommen hat. Derartiges Material ist oft nach vielen Jahren noch brauchbar; zumal wenn man eine 10%ige Formalinlösung anwendet, welcher auf etwa 100 Volumteile mindestens 5 Teile Holzessig (Acid. pyrolignosum rectif.) beigemischt sind. Durch diesen Zusatz wird die konservierende Eigenschaft des Formalins in hohem Maße verstärkt und als günstige Nebenwirkung macht sich das deutlichere Hervortreten bindegewebiger Strukturen und drüsiger Elemente bemerklich. Seiner bequemen Verwendbarkeit wegen kann das Formalin-Holzessiggemisch nur angelegentlich empfohlen werden.

Es ist jedem, der sich mit Planktonstudien beschäftigt (auch dem Anfänger darin) anzuraten, daß er die einzelnen Fänge sorgfältig etikettiert, d. h. sie mit einer Notiz versieht, welchem Gewässer sie entstammen und an welchem Tage, resp. zu welcher Jahreszeit sie gemacht wurden. Derartige Angaben können für eine spätere wissenschaftliche Untersuchung von großem Nutzen sein und man vermißt sie oft schmerzlich, wenn sie der betreffende Lieferant von Planktonproben beizufügen unterlassen hat.

## IV. Die planktonischen Krustazeen.

Es wurde schon eingangs dieser Schrift (vergl. S. 2 und 3) hervorgehoben, daß kleine Krebstiere einen Hauptbestandteil des Süßwasserplanktons bilden und es hat sogar — wie wir gesehen haben — die Entdeckung dieser schwebenden Krusterfauna den ersten Anstoß dazu gegeben, daß sich namhafte Naturforscher in größerer Anzahl dem Studium der lakustrischen Tierwelt zuwandten. Nichts ist daher motivierter, als daß wir uns jetzt auch zuvörderst mit diesen niedlichen Gliedertieren beschäftigen und deren nähere Bekanntschaft zu machen suchen. Eine Anzahl von Abbildungen wird uns dabei gute Dienste leisten; denn es ist nicht möglich, dem Laien durch das Medium einer bloßen Beschreibung eine Vorstellung von der körperlichen Beschaffenheit und dem Aussehen dieser winzigen Wesen, die der Volksmund schlankweg als „Wasserflöhe" bezeichnet, zu geben. Diese Benennung rührt offenbar daher, weil man wahrnahm, daß die kleinen Tierchen sich meist mit kurzen Sprüngen im Wasser fortbewegen und somit etwas Flohartiges in ihrer äußeren Erscheinung besitzen. Aber ihren wirklichen Verwandtschaftsverhältnissen nach gehören sie zur Krebsklasse und machen die niedrigste Abteilung derselben aus. Im lebenden Zustande (und mit der Lupe betrachtet) stellen sie äußerst zierliche, fast vollkommen wasserhelle, zarthäutige Geschöpfe dar.

In den nachfolgenden Abbildungen soll dem Leser eine Vorstellung von den eigenartig gestalteten Tierchen gegeben werden, welche in erster Linie an der Zusammensetzung des Planktons teilnehmen und die relativ größten Komponenten desselben ausmachen. Da sehen wir nun in Fig. 3 eine Hyalodaphnia veranschaulicht, welche in Wirklichkeit ein recht winziges Wesen von der Länge eines Millimeters ist. Dabei ist dasselbe vollkommen wasserhell und als das einzige Gefärbte an ihm erweist sich der grünlich oder gelblich durch seinen Leib hindurchschimmernde Darm (*d*). Bei *A* sehen wir das wie mit Perlen umsäumte Auge, bei *R* die sogenannten Riechfühler und bei *a* treten die Konturen des Gehirnganglions hervor. In *b* sehen wir zwei kleine Ausstülpungen des Darmkanals, die als „Magenanhänge" bezeichnet werden. *c* ist das Herz, *e* der Eierstock, *f* die Schalendrüse (ein Aus-

scheidungsorgan) und bei *g* bemerken wir zwei krallenartige Fortsätze, die am Hinterleibsende sitzen und, wenn dieses bewegt wird, zwischen den beiden Schalenklappen, die den eigentlichen Körper des Tieres umschließen, sichtbar werden. *v* ist das Ende des schwertförmig zugespitzten Kopfes, der das Wasser wie ein Bootskiel durchschneidet, wenn die schmalleibige Hyalodaphnia sich innerhalb ihres Wohnelementes fortbewegt. Letzteres geschieht mit Hilfe der zweiästigen, langen Vordergliedmaßen (Ruder-Antennen), welche, wie unsere Figur zeigt, zu beiden Seiten des hinteren Kopfteils ihren Ansatzpunkt haben. Nach hinten zu endigt die Schale in einen langen, mit Dörnchen besetzten Stachel.

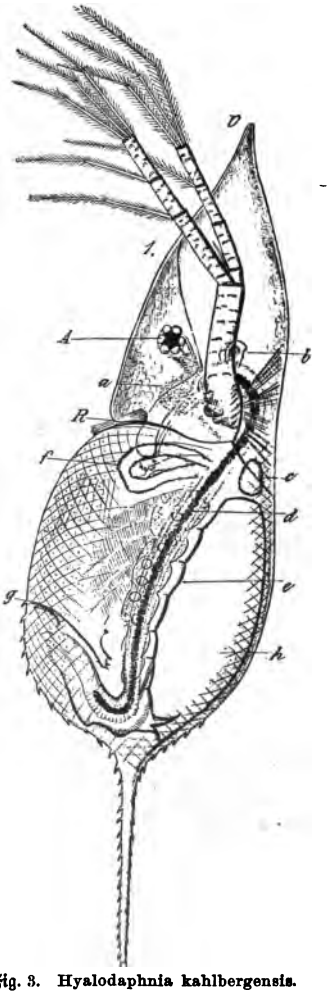


Fig. 3. Hyalodaphnia kahlbergensis.

In Fig. 4 sehen wir den kurzschwänzigen Wasserfloh (Daphnella brachyura), der gleichfalls von glasartiger Durchsichtigkeit ist, so daß man auch bei ihm ohne weitere Präparation die ganze innere Organisation des Tierchens wahrzunehmen vermag. Wir erblicken das Auge (*Au*), das Gehirn (*G*), das Herz (*H*), den Eierstock (*Ov*) und den Darmkanal (*D*). Letzterer erstreckt sich nach vorn zu bis in die Nähe des Gehirns, wo die gebogene Speiseröhre in ihn einmündet. Die Mundöffnung ist auf unserer Abbildung nicht sichtbar; sie liegt auf der Bauchseite, dicht hinter den beiden gewaltigen und zierlich gefiederten Ruderarmen.

Mit Hilfe dieser starken, muskelkräftigen Gliedmaßen bewegt sich dieser Planktonkrebs in großen Scharen durch das

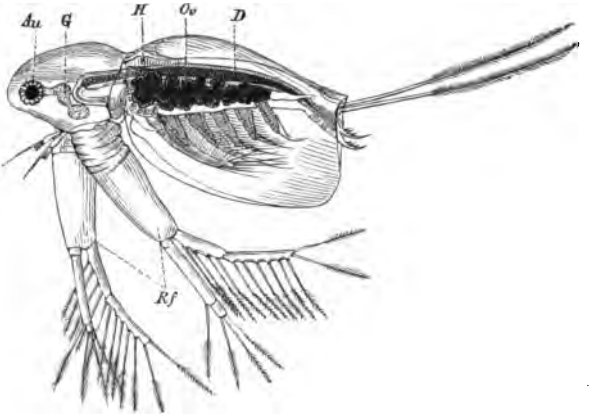



Fig. 4. Daphnella brachyura.

freie Wasser der großen Seebecken und er wird mit jedem Netzzuge zu Hunderten gefangen, wenn wir die mittleren Wasserschichten in der oben geschilderten Weise (S. 9) befischen.

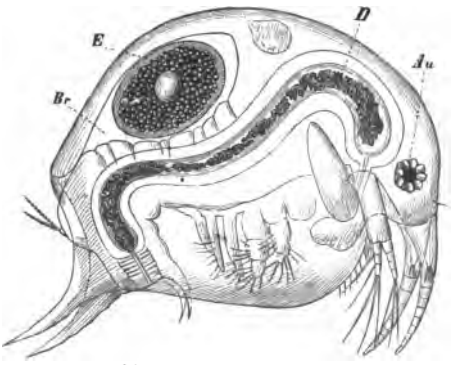



Fig. 5. Bosmina longispina.

Ein anderer Seenbewohner ist der Rüsselkrebs, der in zahlreichen Arten vorkommt. Die hier veranschaulichte Spezies (Fig. 5) ist Bosmina longispina, leicht erkenntlich an den beiden lang hinausspießenden Schalenstacheln. Im allgemeinen stimmt er in seinem Bau mit der vorher beschriebenen Form (Daphnella) überein. Nur trägt er (und auch die ihm verwandten Spezies) steife, rüsselförmige Fühlhörner vorn am Kopfe, die dem kleinen

Wesen, wenn es von der Seite, wie in unserer Abbildung, gesehen wird, das Aussehen eines Elefanten en miniature verleihen. Die Bedeutung der Buchstaben ist wegen der nahen Verwandtschaft beider Gattungen ganz dieselbe, wie in Fig. 4. Zu erwähnen ist aber noch, daß alle diese niederen Krebse im Rückenteile einen Hohlraum (*Br*) besitzen, welcher zur Aufnahme der Eier (*E*) dient und worin die ausgeschlüpften Embryonen so lange verweilen, bis sie sich vollständig entwickelt haben. Der in Fig. 6 dargestellte Rüsselkrebs (Bosmina gibbera) ist dadurch merkwürdig, daß bei ihm die steifen Vorderfühler außerordentlich lang sind und daß die Schale am Rücken höckerartig aufgetrieben ist, wodurch eine auffällige und groteske Körperform entsteht. Der großen Schalenhöhe entsprechend, ist auch der Bruträum bei dieser Art sehr geräumig und geeignet, eine beträchtliche Anzahl von Eiern aufzunehmen. Ich fand den Buckelkrebs recht zahlreich im Plankton westpreußischer Seen vor, wogegen er in den größeren Gewässern Holsteins, die in ihrer sonstigen Fauna mit jenen übereinstimmen, selten vorzukommen scheint. In Schweden, Norwegen und Finnland soll die nämliche Art von besonderer Häufigkeit sein.

Fig. 6. Bosmina gibbera.

Fig. 7 veranschaulicht uns das größte der planktonischen Krebstiere, welches ein Riese unter seinesgleichen ist und in unseren deutschen Gewässern eine Länge von 10 bis 12 mm erreicht. Sein zoologischer Name ist: Leptodora hyalina, was ins Deutsche übersetzt „durchsichtiges Dünnfell" heißen würde. 1844 wurde dieses prächtige Geschöpf von den Bremer Naturforschern Kindt und Focke in dem seichten Stadtgraben der alten Hansastadt entdeckt. Später stellte es sich heraus, daß Leptodora eine hauptsächliche Bewohnerin aller größeren Landseen ist, und daß sie auch in der neuen Welt (Nordamerika) in stattlichen Exemplaren von 18 bis 21 mm Länge vorkommt. Schon bei Lupenvergrößerung gewährt dieses glashelle, dünnhäutige Tier einen höchst anziehenden Anblick. In dem langen schnabelförmigen Kopfe liegt vorn das Auge (*Au*), welches aus

einer schwarzen, dem Gehirn aufsitzenden Kugel besteht, die auf ihrer ganzen Oberfläche mit lichtbrechenden Kristallkegeln besetzt ist. Wir dürfen hieraus schließen, daß dieser Krebs nach allen Seiten hin gleichzeitig zu sehen vermag. Dicht hinter dem Auge liegt das „Gehirn" in Form eines ansehnlichen Ganglienknotens und bei *H* befindet sich das lebhaft pulsierende Herz. Blutgefäße sind bei allen diesen niederen Krebsgattungen nicht vorhanden, sondern die farblose Flüssigkeit erfüllt die ganze Leibeshöhle und umspült alle inneren Teile

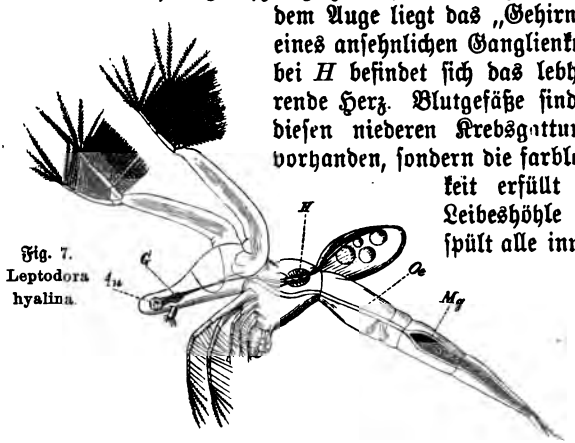



Fig. 7. Leptodora hyalina.

unmittelbar. Sie wird aber, wie bei den höheren Tieren, durch ein besonderes Pumpwerk (Herz) in Bewegung gesetzt. Bei *Oe* sehen wir die Speiseröhre, welche nach links hin zum Munde führt, während sie in der Mitte des Hinterleibes mit dem sogenannten Magendarm in Verbindung tritt. Die blasenförmige Auftreibung am Rücken (dicht hinter dem Herzen *H*) ist der Brutraum, worin — wie bei den verwandten kleineren Formen — die entwicklungsreifen Eier ihren Platz finden. Den gesamten Bau dieses interessanten Planktonwesens kann man sich ohne jede Präparation zur Anschauung bringen, weil dasselbe vollkommen durchsichtig ist. Die meist zentimeterlangen Tierchen sind so glashell und farblos, daß man deren Anwesenheit in ihrem Wohnelement nur an den tiefschwarzen Augenpunkten zu

Fig. 8. Auge und Gehirnganglion von Leptodora.

erkennen vermag, welche sich ruckweise hin und her bewegen. Die Umrisse des zarten Körpers bleiben gänzlich unsichtbar und dessen Dasein verrät sich lediglich dadurch, daß die mächtigen Ruderarme allerlei kleine Partikelchen, die das Wasser verunreinigen, zur Seite stoßen. In der beigegebenen Figur sind diese Lokomotionsorgane nach oben und vorn gerichtet, so daß wir deren elegante Befiederung deutlich zu Gesicht bekommen. Leptodora ist übrigens ein sehr gefräßiges und räuberisches Geschöpf, welches unabläßig Jagd auf kleinere Kruster macht. Die von den scharfen Kauzangen zermalmten Opfer gelangen dann durch den langen engen Schlund (*Oe*) in den gestreckten röhrenförmigen Magen (*Mg*), dessen Inhalt meist gelblich gefärbt ist.

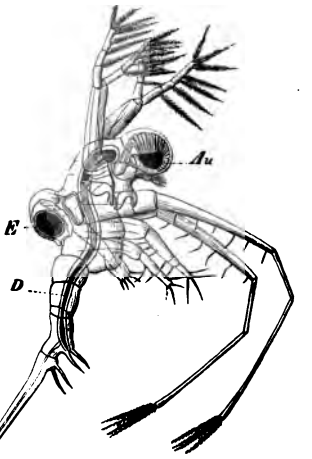


Fig. 9. Bythotrephes longimanus.

Ein nicht minder eigenartig aussehender Bewohner unserer tiefgründigen Binnenseen ist der in Fig. 9 abgebildete Bythotrephes longimanus, der bereits 1857 von dem bekannten Histologen F. Leydig im Bodensee entdeckt, aber erst viel später als ein typisches Mitglied der Seenfauna erkannt wurde.

Eine deutsche Bezeichnung für diesen Krebs ausfindig zu machen, ist schwer. Am zutreffendsten nennen wir ihn wohl den langarmigen Tiefschwimmer, weil er mit Vorliebe in den von der Oberfläche weit entfernten und daher nur schwach vom Tageslicht getroffenen Wasserschichten sich aufzuhalten pflegt. Ohne den enormen Schwanzstachel hat dieses Tier bloß eine Länge von reichlich 2 mm; mit demselben aber eine solche von 12 bis 14. Unsere Abbildung dieses abenteuerlich sich ausnehmenden Krebses wird jedem Leser sofort verständlich sein. Wie bei Leptodora, so sehen wir den Kopf auch hier fast ganz ausgefüllt von dem schönen, mit Kristallstäbchen besetzten Auge, und dicht hinter diesem befindet sich der Gehirnknoten. Auf

der Grenze von Hinterkopf und Brustteil stehen die großen zweiästigen Ruderfühler, welche in ihrer kräftigen Entwicklung und Befiederung gleichfalls an Leptodora hyalina erinnern. Eigentümlich aber präsentiert sich das erste Paar der Schwimmfüße, welches eine auffällige Länge besitzt. Daher auch die treffende Artbezeichnung „longimanus“. Der Brutsack auf dem Rücken des Tieres ist bei dem in unserer Figur dargestellten Exemplar noch klein und enthält nur ein einziges Ei. Bei völlig erwachsenem Weibchen sind aber meist 4 bis 5 Eier vorzufinden; ich habe übrigens auch schon Muttertiere aus dem großen Plöner See gefischt, welche 6 bis 8 Eier bei sich trugen.

Gegen den Spätsommer hin zeigt sich bei diesen Spezies ganz allgemein eine in Tüpfeln angeordnete ultramarinblaue Färbung, die namentlich in der Nähe des Mundes und an den Füßen auftritt. Der lange Hinterleibsstachel scheint dem Tiere als Balancierstange beim Schwimmen zu dienen, damit es nicht nach vorn überkippt. Es wäre aber auch möglich, daß jenes Anhängsel nur den Zweck hätte, die Körperoberfläche zu vergrößern, um so den Formwiderstand zu erhöhen, was gleichbedeutend mit einer Steigerung der Schwebfähigkeit ist, worauf die Natur bei allen planktonischen Tier- und Pflanzenformen, soweit wir das beurteilen können, hinzuwirken scheint.

Es ist von besonderem Interesse, hier noch in Erwähnung zu bringen, daß Bythotrephes ganz zufällig dadurch entdeckt wurde, daß Professor Leydig auf den Gedanken kam, zu untersuchen, was wohl die Nahrung der Blaufelchen im Bodensee bilde. Es war im Septembermonat 1857, als der genannte Forscher eine große Menge von diesen geschätzten Fischen hinsichtlich ihres Mageninhaltes prüfte und dabei wahrnahm, daß letzterer fast ganz ausschließlich aus einer ihm bis dahin unbekannt gewesenen Krebssorte bestehe, die durch einen langen Hinterleibsstiel, kräftige Ruderarme und ein erstes Paar langer Schwimmbeine charakterisiert ist. Die Menge dieser Tierchen erwies sich als staunenswert groß, und offenbar mußten dieselben massenhaft im Bodensee vorhanden sein. Weil nun jene Fische ihren Aufenthaltsort hauptsächlich in der Tiefe haben und nur sehr selten in den oberflächlichen Wasserschichten zu finden sind, so schloß Professor Leydig aus diesem Umstande mit Recht, daß auch der betreffende abenteuerlich aussehende Krebs vorzugsweise bloß in den unteren Regionen des Sees

vorfindlich sein werde, und demgemäß nannte er ihn „Tiefseenahrung", was im Hinblick auf die hervorragende Rolle, die derselbe bei der Ernährung der Felchen zu spielen schien, eine sehr passende Bezeichnung war.

Außer den bisher aufgezählten und geschilderten Krustazeen, die mit noch vielen anderen verwandten Spezies zusammen die Familie der Cladocera bilden, kommen in unseren Seen und Teichen auch noch die sogenannten „Hüpferlinge" oder Kopepoden vor. Diese besitzen langgestreckte Körper, ein breites Kopfbruststück (Cephalothorax), welches aus mehreren Segmenten besteht und einen schlanken gleichfalls aus Ringen gebildeten Hinterleib mit gabelförmigem Endstück (Furca). Als Ruderwerkzeuge sind zwei lange Fühler vorhanden, welche mit zahlreichen kleinen Borsten besetzt sind. Zu diesen kommen noch fünf Beinpaare, wovon das hinterste verkümmert oder (wie bei den Männchen der Calaniden) rechtsseitig zu einem Greiforgan umgewandelt ist.

Wir unterscheiden bei den Kopepoden drei Familien: die Cyclopiden, die Calaniden und die Harpactiden. Für das Plankton kommen aber nur die beiden ersteren in Betracht. Ausnahmslos sind die Süßwasser-Kopepoden mit einem einzigen Auge ausgestattet und dieser Umstand hat der artenreichen Gattung Cyclops zu ihrem Namen verholfen. Der einäugige Schmiedeknecht Vulkans ist in dieser Bezeichnung auch von seiten der Wissenschaft verewigt worden. In der Familie der Calaniden unterscheiden sich diejenigen der Cyclopiden hauptsächlich durch zwei augenfällige Merkmale: durch den kleinen, gedrungenen Körperbau und durch die kürzeren Ruder-Antennen. Während die letzteren bei den Vertretern der Gattung Cyclops 8 bis 17 Glieder besitzen, erreichen sie bei den Calaniden die Anzahl von 25. Auch tragen die Cyclops-Weibchen ihre Eier in zwei divergent vom Hinterleib abstehenden Säckchen, wogegen die weiblichen Calaniden nur ein einziges solches besitzen, welches an der Unterseite des Hinterleibes zur Befestigung gelangt.

Ihre bedeutungsvollste Vertretung hat die Calanidengruppe in der Gattung Diaptomus (Fig. 10), wovon es mehr als 60 Arten gibt. Die Genera Heterocope und Eurytemora bleiben dagegen sehr zurück. Der umstehend abgebildete D. graciloides Sars. ist ein Hauptbestandteil des Planktons in den norddeutschen Seebecken. Wie alle übrigen Repräsentanten seiner

Sippe, so ist auch er ein virtuoser Schwimmer. Die blitzartig schnelle Fortbewegung im Wasser geschieht ausschließlich durch die muskelkräftigen Ruderfühler, während das weit seltener zu beobachtende langsamere Fortgleiten des Tierchens durch das vibrierende Spiel der Mundwerkzeuge bewirkt wird, dessen Zweck gleichzeitig die Herbeiführung von Nahrungskörperchen ist. Zu letzteren gehören namentlich die zahlreichen planktonischen Kieselalgen (Diatomeen) und von diesen sind es wieder die kleinen rundlichen Formen (Cyclotellen), welche eine Lieblingsspeise

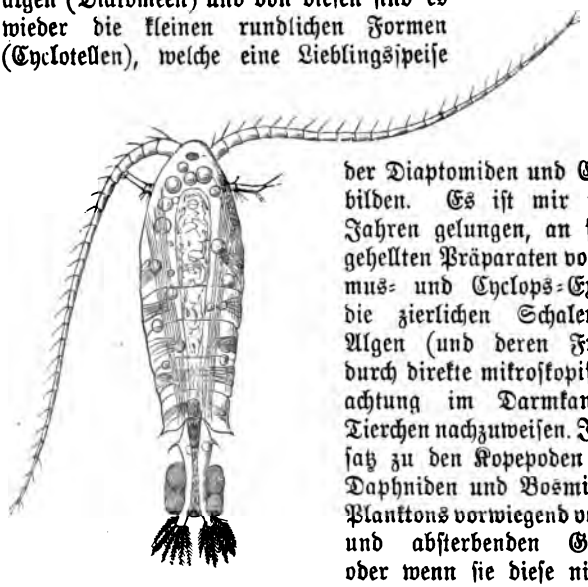


Fig. 10. Diaptomus graciloides.

der Diaptomiden und Cyclopiden bilden. Es ist mir schon vor Jahren gelungen, an stark aufgehellten Präparaten von Diaptomus- und Cyclops-Exemplaren die zierlichen Schalen solcher Algen (und deren Fragmente) durch direkte mikroskopische Beobachtung im Darmkanal jener Tierchen nachzuweisen. Im Gegensatz zu den Kopepoden leben die Daphniden und Bosminiden des Planktons vorwiegend von frischen und absterbenden Grünalgen, oder wenn sie diese nicht haben können, von den in Verwesung übergegangenen Resten der niederen und höheren Wasserflora, die sich als sogenannter „Mulm" am Grunde von größeren Seebecken ablagern. Der oft tiefschwarz gefärbte Darminhalt der Bosminiden zeigt unwidersprechlich an, daß diese winzigen Krebse zuweilen auch in der Tiefe auf Nahrungserwerb ausgehen und dort noch alles für den Aufbau ihres Körpers Verwertbare sich einverleiben.

Wenn man die kleinen, eiförmigen Kotballen der Cyclopiden und Caliniden vorsichtig auf dem Objektträger durch seitliche Verschiebung des Deckglases (und unter Anwendung eines leichten Druckes) in einer Ebene ausbreitet, so entdeckt

man bei der mikroskopischen Untersuchung derselben zwischen den verfilzten Resten der Fadenalgen eine außerordentlich große Menge von Diatomeenpanzern. Nach einer Analyse des Kieler Zoologen C. Brandt*) besteht der Protoplasmakörper der Diatomeen zu 28,7 % aus Eiweiß, zu 63,2 % aus Kohlehydraten und zu 8 % aus Fetten. Es erklärt sich aus diesem chemischen Befunde ihre große Geeignetheit für die Ernährung niederer Tierwesen. Meine Erfahrungen darüber, daß sich die Kopepoden mit Vorliebe von Diatomeen ernähren, habe ich nicht bloß am Plöner See und dessen Nachbarbecken gemacht, sondern auch an Krustazeenmaterial, welches den mecklenburgischen, pommerschen und westpreußischen Seen entstammt. Überall zeigte sich das gleiche Verhalten. Zerdrückt man in vorsichtiger Weise einen lebenden Cyclops oder Diaptomus und sieht sich den Darminhalt desselben bei stärkerer Vergrößerung näher an, so scheint es, als ob die darin vorfindlichen Kieselalgen meistenteils solche seien, die in schon abgestorbenem Zustande aufgenommen wurden. Man kann dies mit großer Wahrscheinlichkeit aus deren stark verfärbten und nicht mehr goldigfrisch aussehenden Chromatophoren (Farbstoffplatten) schließen. Danach würde man sich die Ansicht bilden können, daß die genannten Krebse im Naturhaushalte unserer Binnenseen das Amt übertragen erhalten hätten, die sonst für die Ernährung der Fauna völlig verloren gehenden, absterbenden Diatomeen wieder in den Kreislauf der Stoffwanderung zu bringen, der sie sonst durch ihr allmählich stattfindendes Niedersinken auf den Grund endgültig entzogen werden würden. Die winzigen Larven der Kopepoden (die Nauplien) nehmen jedoch, nach meiner Beobachtung, niemals Kieselalgen als Nahrung auf, wohl aber die kleinsten grünen Pflanzenwesen des Planktons im frischen Zustande. Sind in irgend einem See solche Algenspezies einigermaßen häufig vorhanden, so wird man stets im Innern des Magendarms der Kopepodenlarven vegetabilische Zellindividuen verschiedenster Art konstatieren können.

Hinsichtlich der planktonischen Cladoceren (Hyalodaphnia, Daphnella, Bosmina) wurde bereits erwähnt, daß für sie die kleinen grünen Schwebalgen ebenfalls eine ergiebige Nahrungs-

*) Vgl. G. Karsten: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen in der Kieler Bucht. 1899.

quelle bilden. Genaue Darminhaltsanalysen haben auch bezüglich dieser Krustazeengattungen die Tatsache ergeben, daß sie hauptsächlich nur vegetabilische Objekte zu sich nehmen. Es verrät sich diese Ernährungsweise schon gleich durch die hellgrüne Färbung des gesamten Darmkontentums, die immer dann am auffälligsten bei allen Individuen der oben genannten Krebstiergruppen ist, wenn gerade solche Algen in großer Menge den betreffenden See bevölkern. Doch kommen gelegentlich auch Diatomeensplitter in den ausgestoßenen Fäkalien von Cladoceren vor, machen aber durch den geringen Prozentsatz ihrer Anwesenheit nicht den Eindruck, als ob sie besonders gern aufgenommene Nahrungsgegenstände seien. Sehr wahrscheinlich sind sie mehr zufällig mit eingeschluckte Beimischungen, auf deren Erbeutung bei der Nahrungsaufnahme es gar nicht ausdrücklich abgesehen war. Was das Richtige ist, läßt sich schwer entscheiden; zunächst können wir aber den Befund, wie er uns vor Augen liegt, nicht anders deuten.

Des kohlschwarzen Darminhalts, der zu manchen Zeiten bei Bosminen zu beobachten ist, wurde bereits gedacht. Einen ähnlich dunklen Futterbrei finden wir häufig auch bei dem gewöhnlichen Wasserfloh der größeren Pfützen und Viehtränken (Daphnia pulex) und bei anderen schlecht schwimmenden Cladoceren, welche nur die kleineren Wasseransammlungen (aber dann massenhaft) bewohnen. Hier ist der Tatbestand so zu erklären, daß diese Krebse in ihren Heimstätten meist nur wenig flottierende Grünalgen und fast gar keine Diatomeen antreffen, so daß sie genötigt sind, ihren Hunger mittels der auf dem Grunde sich absetzenden, halb vermoderten organischen Reste zu stillen, die fast stets von tiefbrauner oder schwärzlicher Färbung — infolge ihrer langsamen Verkohlung unter Wasser — sind.

Im Anschluß hieran wäre wohl auch noch ein Wort in betreff der in der Fischereiwirtschaft üblichen Teichdüngung zu sagen, welche erfahrungsgemäß dazu beiträgt, daß sich die kleinen Krebstiere, welche bekanntermaßen das Naturfutter der heranwachsenden jungen Fische bilden, in den zu Zwecken der Fischzucht aufgestauten Gewässern lebhaft vermehren. Dies ist eine Tatsache, welche von niemand mehr bestritten wird und sie findet ihre natürliche Erklärung durch den Umstand, daß die von den höheren Organismen ausgeschiedenen Fäkalmassen (also

der Dung von Schweinen, Rindern, Pferden und Menschen) noch eine Fülle von Nahrungsstoffen in halbzersetzter und der weiteren Zersetzung im Wasser leicht zugänglicher Form enthalten, welche von der niederen Fauna, insbesondere von den Krustern des Teichplanktons leicht aufgenommen und assimiliert werden können, In ähnlicher Weise wirkt auch die sogenannte Gründüngung der Teichböden, indem man letztere während der Sömmerung (d. h. Trockenlage) mit einer schnell wachsenden Vegetation sich bedecken läßt, welche dann vor der neuen Bespannung direkt untergepflügt wird. Nicht minder ist es angängig, durch eingestreutes Blut- oder Kadavermehl der Produktion zahlreicher planktonischer Krustazeen Vorschub zu leisten. Hierauf beruhen die in der neuzeitlichen Teichwirtschaft vielfach vorgenommenen Meliorationen, welche in rationellster Weise zuerst von dem berühmten Reformator der böhmischen Karpfenzucht, Domänendirektor Josef Susta zu Wittingau, in die Praxis eingeführt und zum Teil auch schon damals wissenschaftlich begründet wurden.

Bei manchen großen Seebecken dürften auch die zahlreich daselbst vorkommenden Möwen mit zu den Nahrungsquellen der mikroskopischen Wassertiere zu rechnen sein, insofern diese Vögel ihren Kot während des Umherfliegens doch meist ins Wasser fallen lassen. Wenn man nun bedenkt, daß auf den Inseln mancher Landseen 10000 bis 20000 Stück von Möwen (Larus ridibundus) nisten, so ist die Fäkalienproduktion derselben während des Jahreslaufs gewiß nicht gering anzuschlagen Der Cunitzer See bei Liegnitz in Schlesien ist äußerst reich an Möwen und man schätzt dieselben dort auf 12000 bis 15000 Individuen. Es ist darum nicht zu bezweifeln, daß der Plankton- und Fischreichtum dieses weit und breit geschätzten Gewässers mit auf Rechnung der so zahlreich dort vorfindlichen Wasservögel zu setzen ist.

## V. Über das Verhalten der Planktonkrebse zum Lichte.

Fischt man bei grellem Sonnenschein mit dem feinen Netz die oberflächlichen Wasserschichten eines Sees ab, so wird man alsbald die Wahrnehmung machen, daß man an Krebstieren so gut wie nichts erbeutet. Wiederholt man aber den Fangversuch am Spätnachmittage oder bei Einbruch der Dämmerung, so kann man eine reiche Ernte halten und sehr viel Kruster ins Netz bekommen. Und ganz besonders reichlich wird der Fang ausfallen, wenn man spät in der Nacht fischt, wo die Sonne tief unter dem Horizonte steht. Hieraus ergibt sich, daß alle jene kleinen Krebse lichtscheu sind oder daß sie, wie der in der Wissenschaft dafür übliche Ausdruck lautet, sich negativ heliotropisch verhalten.

Am Genfer See konstatierte ich, daß dort die Wasserschichten von 30 bis 40 m Tiefe um 3 Uhr nachmittags noch fast völlig leer an Kopepoden waren. Am Lago Maggiore und am Gardasee machte ich später ganz dieselbe Beobachtung, insofern ich vormittags und in den ersten Stunden nach Mittag erst dann einige Planktonkrebschen auffischte, wenn ich das Netz in Tiefen über 25 m hinabließ. In den norddeutschen Seebecken ist diese Lichtscheu (Photophobie) der erwähnten Tierchen nicht so deutlich ausgesprochen; doch kann man auch hier bemerken, daß die Krusterbevölkerung sich tagsüber keineswegs tief unter dem Seespiegel befindet, sondern den Aufenthalt in einer Tiefe von 6 bis 8 m bevorzugt. Dieses geringe Bestreben, sich von der Oberfläche zu entfernen, scheint in letzterem Falle daher zu rühren, daß unsere baltischen Seen (namentlich während des Sommers) viel algenreicher sind als die schweizerischen und oberitalienischen, so daß durch die reiche planktonische Algenvegetation eine starke Trübung (mit Gelb- oder Grünfärbung des Wassers) hervorgerufen wird. Als Folge hiervon ergibt sich, daß die von oben hineinfallenden Lichtstrahlen teils absorbiert, teils reflektiert werden und schon in geringer Tiefe viel von ihrer Helligkeit einbüßen. Dadurch wird es den die starke Beleuchtung fliehenden Krustern ermöglicht, schon bei wenigen Metern Tiefe die ihnen zusagende Dämpfung des Sonnenlichtes anzutreffen.

Über die Tatsache, daß in großen Seebecken ein nächtliches Aufsteigen der Krebstierchen stattfinde, hatten schon vor vielen Jahren einige Naturforscher berichtet, namentlich F. A. Forel und A. Weismann. Letzterer beschreibt seine Wahrnehmung wie folgt,*) nachdem er davon gesprochen hat, daß der helle Tag die Kruster von der Oberfläche verscheuche: „Ich fischte nun" — so erzählt er — „in einer ruhigen dunklen Nacht. Nach jedem Netzzug spülte ich dessen Inhalt in ein Glas und betrachtete dieses bei der Rückkehr ans Land und zum Licht. Statt einiger Tierchen, die ich erwartet hatte, fand ich das Wasser mit Tausenden davon erfüllt; es sah milchig trüb aus von der Masse kleiner Organismen, die es enthielt. Das hüpfte, stieß und flog durcheinander, daß man schwindlig wurde beim Hineinschauen in die wirbelnden Scharen." Eine derartig frappante Erscheinung im holsteinischen Seengebiete nachzuweisen, war bis 1904 weder mir noch anderen, die dieser Frage näher getreten waren, gelungen. Aber angeregt durch meine Wahrnehmungen im Süden, nahm ich das Problem in Gemeinschaft mit Dr. F. Ruttner (Prag) aufs neue in Angriff und unter Anwendung einer exakteren Art der Untersuchung, die darin bestand, zu verschiedenen Nachtstunden mit einem Litermaße bestimmte Wassermengen dicht unter der Oberfläche zu schöpfen und deren Gehalt an Krebstieren durch Zählung ziffermäßig zu bestimmen, erhielten wir Ergebnisse, welche einen genauen Vergleich mit den am hellen Tage geschöpften Wasserquantitäten ermöglichten Als Frucht dieser viele Wochen lang fortgesetzten Ermittelungen stellte sich als unzweifelhaft das interessante Faktum heraus, daß das von vertrauenswürdigen älteren Beobachtern gemeldete nächtliche Aufsteigen der Planktonkrustazeen auch bei uns im Norden stattfindet und daß es bereits mit Einbruch der Abenddämmerung seinen Anfang nimmt. Es erreicht, wie Ruttner durch seine Zählungen feststellte, zwischen 10 und 11 Uhr nachts sein Maximum, welches stundenlang andauert, geht um 3 Uhr morgens allgemach zurück und endigt um 6 Uhr in der Frühe. Doch ist bis 9 Uhr vormittags noch ein Nachklang dieser vertikal auf- und absteigenden Wanderung in der Weise zu verspüren, daß dann immer noch vereinzelte Kopepoden in den obersten Wasserschichten zu finden sind. Der

*) A. Weismann: Das Tierleben im Bodensee. Lindau 1877.

Unterschied der Kopepodenmenge an der Oberfläche beträgt aber nachts etwa das Zwanzigfache von derjenigen, welche am Tage durch das gleiche Verfahren erbeutet werden können.

Hinsichtlich der schweizerischen Seen hat G. Burckhardt*) schon in den Jahren 1898 bis 1899 recht eingehende Untersuchungen über die dort stattfindenden Wanderungen der Krebstiere angestellt und er resumiert seine Beobachtungen wie folgt: „Die Tiefe, bis zu welcher die Organismen hinabsinken, verändert sich sehr genau proportional dem Quantum des in den See eindringenden Lichtes. Am Mittag, wo die Sonne am höchsten steht, ist an klaren Tagen die Fluchttiefe am größten. Im hohen Grade hängt die Intensität der Flucht auch vom Stande der Witterung ab: an sehr trüben, regnerischen und an Tagen mit der für unsere Gegend charakteristischen Nebelbedeckung ist sie am geringsten. Einen ziemlich großen Einfluß scheint auch die Jahreszeit auszuüben durch die verschiedene Stellung der Sonne. Naturgemäß wird im Mittsommer das direkte Sonnenlicht weit tiefer ins Wasser eindringen, als wenn die Sonne auch um Mittag nur 19° über dem Horizonte steht. Am wichtigsten erscheint uns endlich der Nachweis, daß sich bei gleicher Beleuchtung der Seefläche die verschiedenen Becken je nach der Trübung ihres Wassers verschieden verhalten." Soweit Burckhardt.

Durch F. Ruttner sind alle diese Befunde am Gr. Plöner See bestätigt worden und damit ist die lange schwebend gewesene Frage nach dem nächtlichen Gebaren der Krustazeenfauna in unseren nördlichen Seen endgültig klargestellt und gelöst.**)

Besonders erwähnenswert ist noch, daß im Gegensatz zu den erwachsenen Individuen die Larven der Kopepoden keine Nachtwanderung zeigen. Auch bei den Hyalodaphnien (Fig. 3) und bei gewissen Arten von Bosmina (Fig. 5) war das vertikale Auf- und Abwärtssteigen nicht so scharf ausgeprägt, wie bei Leptodora, den Calaniden und den Cyklopiden.

Angesichts dieser eigenartigen Tatsache des periodischen Niedertauchens und Wiederaufsteigens können wir schließlich auch

*) Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. 1900.

**) F. Ruttner: Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten usw. Plön. Forschungsberichte. XII. Bd. S. 35—62.

noch die Frage aufwerfen, was eine solche Lebensgewohnheit wohl für einen Nutzen für jene Tierchen haben möge. Wissen wir doch, daß in der Natur nichts eigentlich Zweckloses zur Ausbildung gelangt und dementsprechend dürfen wir auch irgend etwas für die planktonischen Kruster selbst Nützliches hinter jener Veranstaltung der nächtlichen Wanderungen vermuten. Und da scheint es eine annehmbare Erklärung für jene oszillatorische Bewegung der Tierchen zu sein, daß dieselbe die letzteren in den Stand setze, ohne Unterbrechung Nahrung aufzunehmen und zugleich alle ihnen überhaupt zugänglichen Wasserschichten nach Nahrung abzusuchen. Nehmen wir (mit Weismann) an, daß die Krebschen immer in derselben Tiefe, welche sie bei Tage zu ihrem Aufenthalt wählen, bleiben sollten, so würden sie während der Nacht sich in absoluter Finsternis befinden, also unfähig sein, die in der großen Wassermenge zerstreuten Nahrungskörperchen mit dem Auge zu suchen. Die ganze Nacht hindurch müßten sie demnach mit dem Fressen pausieren, was freilich, vom Standpunkte des Menschen aus beurteilt, nicht mehr als recht und billig wäre. Aber bei so kurzlebigen und dabei doch so außerordentlich fruchtbaren Organismen würde dies ein großer Verlust, bezw. ein beträchtliches Hemmnis der raschen Vermehrung bedeuten. Das Gleiche müßte selbstverständlich eintreten, wenn die Tiere stets an der Oberfläche blieben, denn dann müßte ihr Auge für das hellste Tageslicht eingerichtet sein und das schwache Licht der Nacht wäre nicht mehr ausreichend, um ihnen ein scharfes Sehen zu ermöglichen; sie müßten also auch bei solcher Sachlage nachts mit dem Fressen einhalten. Dadurch aber, daß ihr Auge für die Wahrnehmung von Gegenständen bei sehr geringer Lichtmenge eingerichtet ist, werden sie befähigt, bei Tage die Tiefe und bei Nacht die Oberfläche nach Nahrung abzuweiden. Sie werden dadurch also nicht nur des Vorteils teilhaftig, ohne jede Pause ihrer Ernährung nachgehen zu können, sondern letztere ist nun auch um so reichlicher. Das Gebiet, welches ihnen zur Abgrasung — um diesen bildlichen Ausdruck zu gebrauchen — sich eröffnet, ist 20 bis 25 m tief und sie steigen, vom Sinken der Sonne an, ganz allmählich aufwärts — entsprechend der immer mehr zunehmenden Dunkelheit.

Wenn wir die täglichen Wanderungen der Krustazeen von diesem Gesichtspunkte aus betrachten, so läßt sich deren Zweck-

mäßigkeit nicht verkennen, und wir können wieder einmal den ungemeinen Reichtum an Mitteln bewundern, durch welche die Natur ihre Absichten, wenn man so sagen darf, erreicht. Den modernen Anschauungen entspricht es aber mehr, wenn wir weder von Zielen noch Absichten sprechen, sondern den beliebten Ausdruck „Mechanismus" anwenden und über diesen unser Erstaunen kundgeben, indem wir uns zum Bewußtsein bringen, daß jede Lebensform — mag sie groß oder winzig sein — sich auf das genaueste denjenigen Lebensbedingungen anzupassen vermag, die für ihre Erhaltung am günstigsten sind.

Trotzdem scheint das Bedürfnis und der Trieb zur Ausführung von vertikalen Wanderungen bei den Krebstieren im hohen Norden Europas zu fehlen. Dies haben wenigstens verschiedene skandinavische Beobachter behauptet und neuerdings hat ein jüngerer Spezialforscher auf dem Gebiete der Süßwasserbiologie, der Schwede Sven Ekman, deren Angaben bestätigt.

Zum Schluß dieses Kapitels sei noch ein Versuch erwähnt, den man anstellen kann, um sich das Verhalten der kleinen Planktonkrebse zum Lichte experimentell vor Augen zu führen. Wenn man nämlich planktonische Kopepoden oder Daphniden frisch gefangen und lebenskräftig in ein sehr langes, mit Wasser gefülltes Zylinderglas überführt und die untere Hälfte des letzteren mit schwarzem Papier umhüllt, so ziehen sich die Tierchen ziemlich bald in diesen Teil des Behälters zurück, während die gleichfalls mit erbeuteten Schwebalgen oben in der beleuchteten Hälfte des Zylinders verbleiben. Ändert man das Experiment in der Weise ab, daß man die obere Hälfte des Glases verdunkelt, so bleiben nun die Krebschen hier und es kommt ihnen gar nicht bei, sich in den unteren Teil hinabzubegeben. Hauptbedingung für das Gelingen dieses Versuchs, welcher die Lichtscheu dieser Mitglieder des Planktons aufs klarste erweist, ist aber die Benutzung von vollkommen frischem Material in Gestalt von soeben ihrer natürlichen Heimat entnommenen Cyklopiden, Calaniden oder Hyalodaphniden. Sind die Krebschen auch nur seit einer halben Stunde im Laboratorium gewesen, wo das Wasser, in dem sie sich befinden, rasch seinen Sauerstoff verliert, so mißglückt der Versuch unfehlbar und es tritt die zu beobachtende Wanderung ganz bestimmt nicht ein.

## VI. Faunistisch-tiergeographische Ermittelungen bezüglich der lakustrischen Krebsfauna.

Beschränkt man sich mit den Untersuchungen, welche die Organismenwelt des Süßwassers betreffen, auf ein einziges Gebiet, so scheinen sich keinerlei biologische Gesetzmäßigkeiten aus derartigen Studien abstrahieren zu lassen, sondern es gewinnt den Anschein, als ob alle diese kleinen Wesen (und namentlich die Kruster) durch die bloße Laune des Zufalls über die Gewässer verteilt worden seien. Irgendwelche Gesetze der Verbreitung und des Auftretens der einzelnen Arten an bestimmten Örtlichkeiten scheinen sich aus den bisherigen Beobachtungen nicht zu ergeben. Nur das eine trat mit einiger Deutlichkeit hervor, daß in hochgelegenen Wasseransammlungen (Bergseen) nicht alle jene Spezies, die in den Gewässern ebener Gegenden vorkommen, vorzufinden sind. Man erklärte sich das aus dem größeren oder geringeren Wärmebedürfnis der einzelnen Arten, was dann für den Aufenthaltsort derselben maßgebend sein mußte.

Aber der schwedische Forscher Sven Ekman hat uns auch hinsichtlich dieser Fragen ein Stück weiter gebracht, indem er mehrere Jahre hindurch (1899—1903) eine umfassende Untersuchung über die Krebsfauna der Seebecken im nordschwedischen Hochgebirge anstellte. Hierbei kam er zu recht bemerkenswerten Ergebnissen, über die ich hier kurz berichten will.

Das hauptsächlichste Forschungsfeld für Ekman waren die Sarekgebirge im nördlichen Skandinavien. Dieses Gebiet ist etwa 20 0 qkm groß und besitzt 20 Gipfel, die um 400 m höher sind als die Schneekoppe in unserem Riesengebirge. In demselben Bezirk zählt man gegen 100 Gletscher und zahlreiche stehende Gewässer, von denen eine große Menge befischt wurde. Man unterscheidet in jenem Gebirge 1. die Birkenregion, welche von geringer vertikaler Ausbreitung ist (80 bis 100 m); dann 2. die Grauweidenregion (950 bis 1000 m) und 3. die Flechtenregion, welche Verhältnisse darbietet und nur noch bis 1400 m Gewässer enthält, die von Schmelzwasser gespeist werden. Mehrere dieser kleinen Becken bleiben während

des Jahres nur anderthalb Monate lang eisfrei. Die Explorationen Sven Ekmans erstreckten sich daher vorwiegend auf Seen und Tümpel der erstgenannten beiden Regionen, wo dieselben wenigstens 2 bis 3 Monate lang vom Eise verschont bleiben. Der Hauptgegenstand der dort ausgeführten Untersuchungen war die Krebstierwelt jener Hochseen. Ekman wies im ganzen das Vorkommen von 49 Arten nach, worunter, als für die Wissenschaft brauchbar, sich nur zwei bisher nicht beschriebene Varietäten von Daphnia longispina und eine gleichfalls nicht bekannt gewesene Kopepodenform (Canthocamptus Schmeili, var. lapponica) befanden. Dazu ergaben sich noch fünf zwar bisher schon anderwärts konstatierte, aber doch für Schweden neue Krustazeen. Der Schwerpunkt dieser Ekmanschen Forschungen liegt aber nicht in der Auffindung einiger neuer Spezies oder Varietäten, sondern in der faunistisch-tiergeographischen Vergleichung des nordschwedischen Entomostrakenbestandes mit demjenigen anderer Gebiete. Es stellte sich bei jenem höchst dankenswerten Studium in der freien Natur nämlich heraus, daß ein Teil der nordischen Krebsfauna aus stenothermen Kaltwassertieren besteht, d. h. aus solchen, die nur ganz bestimmte niedrige Temperaturen vertragen können, sonst aber zugrunde gehen müssen. Das sind aber nur wenige Formen. Die Mehrzahl der Hochgebirgs-Entomostraken sind eurytherm, d. h. sie können sowohl in wärmeren wie in kälteren Gegenden ausdauern. In Südschweden gibt es aber eine dritte Gruppe, die ausschließlich nur in hochtemperierten Wasserbecken lebt und diese bezeichnet Ekman als stenotherme Warmwassertiere. Diese Gruppe ist dementsprechend in den Hochgebirgen *nicht* vertreten. Eine namentliche Aufzählung derselben würde hier keinen Zweck haben; wohl aber dürfte die Leserschaft Interesse an dem Gesamtergebnis dieser Forschungen nehmen, welches sich wie folgt resümieren läßt: dem südlichen Schweden gegenüber zeichnen sich die nordschwedischen Hochgebirge dadurch aus, daß sie drei Gattungen, sieben Arten und sechs Varietäten besitzen, die in den erstgenannten Gegenden völlig vermißt werden, und daß acht Arten und vier Varietäten ziemlich häufig vorkommen, wogegen zwanzig Gattungen und die Mehrzahl der in Südschweden lebenden Spezies überhaupt fehlen.

Besonders interessant ist aber der weitere Vergleich mit

den mitteleuropäischen Hochgebirgen. Unter letzteren sind die Schweizer Alpen und die Hohe Tatra zu verstehen. Hier sind von den betreffenden Tieren 66 Arten vorgefunden worden; in den nordschwedischen Hochgebirgen deren 49. Was speziell die Daphnien betrifft, so kommen in den Alpen 24, in den Gebirgen Nordschwedens 29 Arten vor. Die Übereinstimmung ist hiernach immerhin eine weitgehende. Natürlich sind in den Schweizer Alpen sowohl wie auch in der Tatra einige Formen anzutreffen, welche als endemische (d. h. nur hier vorkommende) betrachtet werden müssen. Mehrere solcher Formen besitzt aber auch der skandinavische Norden.

Nach F. Zschokke (Basel), der die Tierwelt der Räthikonseen, welche hoch im Gebirge zwischen Graubünden und Vorarlberg liegen, sehr eingehend untersucht hat, ist die Fauna der Hochgebirgsbecken aus zweierlei Elementen zusammengesetzt. Dies sind erstens weitverbreitete, widerstandsfähige und sehr verschiedenen Bedingungen sich anpassende Organismen; zweitens aber stenotherme Kaltwasserbewohner (siehe oben) mit eng begrenztem Verbreitungsbezirke. Sie sind dem hohen Norden und dem mitteleuropäischen Hochgebirge gemeinsam. Sie müssen ihrer jetzigen Verbreitung und ihrem gegenwärtigen Aufenthaltsorte nach als Überreste der Fauna glazialer und nachglazialer Zeiten betrachtet werden. Charakterisiert werden Vertreter dieser arktisch-alpinen Gruppe durch folgende Arten des Vorkommens: 1. durch den Aufenthalt im Wasser von konstant niedriger Temperatur; 2. dadurch, daß sie in Gewässern des Hochgebirges und gleichzeitig in denen des hohen Nordens anzutreffen sind; 3. daß sie auch in isoliert gelegenen kalten Gewässern der Ebene und der Mittelgebirge gefunden werden; 4. daß sie in der Ebene die Tiefe der Gewässer und in Hochgebirgsseen das Ufer bevorzugen und 5. können auch solche Tiere als Überbleibsel (Relikte) aus der Eiszeit angesehen werden, welche in der Ebene weit verbreitet sind und dort ihre Fortpflanzungszeit auf den Winter verlegt haben, während im Gebirge und im Norden die Epoche ihrer regsten Vermehrung in den Sommer fällt. Auf Grund einer genauen Untersuchung der biologischen Eigentümlichkeiten mancher Krebsspezies kommt nun Ekman dazu, in sehr überzeugender Weise die Nachwirkungen der Eiszeit auf die Fauna Nord- und Mitteleuropas festzustellen. Dieselben äußern sich — wie er hervorhebt —

nicht bloß in der geographischen Verbreitung gewisser Krustazeen, sondern auch in einer jetzt unter unseren Augen sich vollziehenden Herausbildung neuer Arten, Varietäten und biologischer Rassen. Die Beweise dafür muß man aber aus der Ekmanschen Abhandlung selbst schöpfen.*) Es sei hier nur ausgesprochen, daß dazu namentlich genaue systematische Untersuchungen an Daphnia longispina, Polyphemus pediculus und Bythotrephes longimanus (Fig. 9) das überzeugende Material lieferten, welches in Verbindung mit der Beobachtung von wiederkehrenden biologischen Eigentümlichkeiten überraschende Resultate ergaben, die als eine große Bereicherung unseres tiergeographischen Kenntnisschatzes zu würdigen sind.

Hierbei möchte ich, als zur Sache gehörig, nicht zu erwähnen unterlassen, daß ich in den achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts (1884) bei einer Exploration der in etwa 1200 m überm Meer gelegenen Hochseen des Riesengebirges einen Plattwurm, und zwar den Repräsentanten einer sonst nur im Meere vorkommenden Gattung (Monotus) auffand, der diese sehr niedrig temperierten Becken in großer Anzahl bewohnte und zwar als Mitglied der Uferfauna. Da nun dieses Genus erwiesenermaßen die nordischen Meere bewohnt, so schloß ich schon damals daraus, daß er aus seiner neptunischen Heimat zuerst in Brackwassertümpel und dann weiter in die nachglazialen Schmelzwasseransammlungen geraten sein müßte, von wo er gelegentlich — dank des Besitzes von sehr hartschaligen Eiern — durch passive Wanderung bis in jene kalten Gebirgsteiche gelangt sei, in denen er bis auf den heutigen Tag noch existiert, weil er daselbst eiszeitliche Temperatur- und andere ihm zusagende Lebensverhältnisse vorfindet. In den Gewässern der Ebene fehlt dieses Tier gänzlich, aber man hat es auch in den subalpinen Seebecken der Schweiz gefunden und nicht minder im Peipussee Rußlands. In denselben Riesengebirgshochseen fand ich auch Planaria alpina in Menge vor, in welcher man neuerdings ebenfalls ein Relikt der postglazialen Fauna erkannt hat. Somit haben auch in diesen Fällen tiergeographische Fakta und die Beobachtung biologischer Eigentüm-

*) S. Ekman: Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Kopepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb. XXI. Bd. 1904.

lichkeiten zu ähnlichen Schlüssen geführt, wie sie jetzt Sven Ekman aus der Verbreitung und den Lebenseigentümlichkeiten gewisser Gattungen und Arten der Krustazeenfauna zu ziehen sich veranlaßt gesehen hat.

---

## VII. Die Rädertiere des Planktons.

Der Name „Rädertiere" oder Rotatorien schreibt sich davon her, daß die betreffenden Wesen an ihrem Kopfende mit einem Wimperapparate versehen sind, dessen Tätigkeit bei oberflächlicher Beobachtung den Eindruck macht, als sei ein kleines Rad in schnelle Drehung versetzt und diene seinen Trägern zur Fortbewegung im Wasser oder zur Herbeistrudelung von Nahrungsteilchen. Bei genauerem Zusehen aber, und namentlich dann, wenn wir die lebenden Objekte in ein dichteres Medium (wie flüssige Gelatine oder Quittenschleim) bringen, zeigt es sich sofort, daß wir es in dem vermeintlichen Rade mit Wimperbüscheln oder Wimperkränzen zu tun haben, die bei den verschiedenen Gattungen und Arten mannigfaltig in ihrer Anordnung abändern.

Ihrer systematischen Stellung nach gehören die Rädertiere zu den Würmern; darauf deuten alle Einzelheiten ihrer Organisation hin und es ist daher nicht recht begreiflich, wie der berühmte Naturforscher Chr. Gottfried Ehrenberg seinerzeit (1838) dazu kommen konnte, sie zu den Infusorien zu stellen.

Es gibt mehrere hundert Spezies von Rotatorien, aber nur eine geringe Anzahl derselben hat sich dem Leben im freien Wasser angepaßt.

Wir werden uns mit der körperlichen Einrichtung dieser Wesen am schnellsten bekannt machen, wenn wir einen Vertreter des Genus Asplanchna unters Mikroskop bringen. Diese Art hat die Gestalt einer bauchigen Flasche und ist auch so hell und durchsichtig wie ein gläsernes Gefäß, so daß wir alle inneren Organe genau so wie bei Leptodora hyalina (Fig. 7) erkennen und mustern können.

Die erwachsenen Exemplare von Asplanchna sind 1 bis

1,5 mm lang und gleichen in ihrer äußeren Gestalt einem kleinen Sacke, der in der Kopfgegend etwas eingeschnürt und nach hinten zu glatt abgerundet ist. An der Stirnseite des Kopfes wölben sich zwei Höcker hervor, zwischen denen die Mundöffnung liegt. Diese führt in eine kropfähnliche Auftreibung des Schlundes, in der sich die Kauzangen (*Kz*) befinden, die in beständiger Bewegung sind. Von dort ab geht die geräumige Speiseröhre, an welcher die zwei (pankreatischen) Drüsen sitzen, die ein Verdauungsferment absondern. Dann folgt der korbähnliche Magen, der aus sehr großen Zellen besteht. Hinter oder unter dem Magen ist der Eierstock (*Ov*) gelegen. Dieser läßt seine ausgereiften Produkte in den Uterus, bezw. Eileiter gelangen, der auf der ventralen Seite des Tieres nach außen mündet. In unserer Figur ist eine Asplanchna in seitlicher Ansicht (von rechts) abgebildet. Der Kopf ist von einem Wimperkranze umgeben, dessen Cilien ziemlich lang sind. An Sinnesorganen sind drei rote Augenpunkte vorhanden, wovon einer dem Gehirn unmittelbar aufliegt, die beiden anderen aber jederseits auf einem kleinen Vorsprunge stehen. Unsere Abbildung zeigt nur das rechts gelegene Auge. Die Männchen sind bei dieser Art (wie bei den Rädertieren überhaupt) viel kleiner: höchstens 0,3 bis 0,5 mm groß. Auch treten dieselben nur zu gewissen Zeiten auf. Man findet Asplanchna priodonta im Sommer- und Herbstplankton der meisten Seen vor. Es ist ein sehr gefräßiges Tier, dessen Magen fast nie leer wird. Es verschlingt alles, was ihm vor den Mund kommt, namentlich Schwebdiatomeen und mit großer Vorliebe auch kleinere Rotatorien.

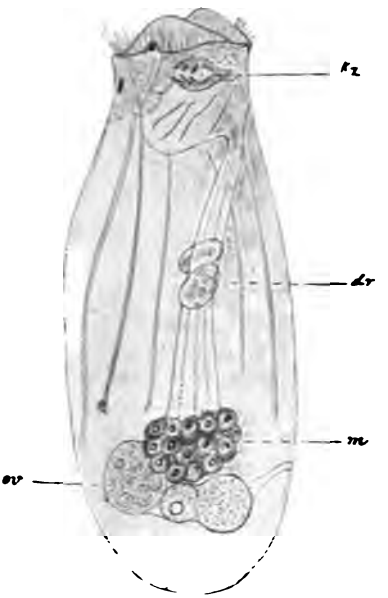


Fig 11. Asplanchna priodonta.

Ein anderes, recht häufig vorkommendes Rädertier ist die in Fig. 12 dargestellte Synchaeta pectinata, ein kleines, schwimmgewandtes Geschöpf, welches Ehrenberg in seiner

großen Monographie*) recht bezeichnend den „kammtragenden Borstenkopf" nennt. Es ist nur 0,3 mm groß, aber in der Kopfregion von ungewöhnlicher Breite.

Wie aus beistehender Figur hervorgeht, besitzt es kein kontinuierliches gürtelförmiges Räderorgan, sondern nur zwei Wimperbuckel und vier Borstenwärzchen. Zu beiden Kopfseiten befindet sich außerdem je ein ohrenartiger Anhang (Wimperohr), die beide gute Dienste als Ruder leisten, wenn sich das Tierchen im Wasser fortbewegen will. Es kommen aber auch noch an-

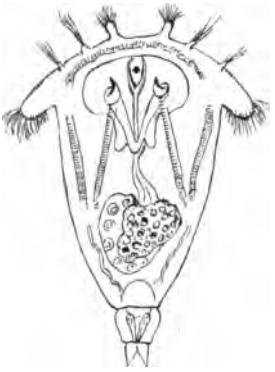


Fig. 12. Synchaeta pectinata.

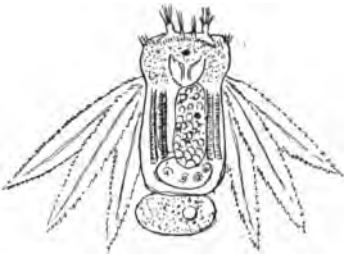


Fig. 13. Polyarthra platyptera.

dere Synchaeten-Spezies im Plankton vor (S. oblonga, S. Kitina); in kleineren Wasserbecken (Teichen) ist jedoch S. pectinata die häufigste.

Ein anderes, sehr zahlreich vorkommendes Planktonrädertier ist das „breitfingerige Flossenfischchen" (Polyarthra), welches mit Hilfe seiner beweglichen Körperanhänge, die wie gezähnelte Blätter aussehen, sich äußerst gewandt im Wasser fortzuschnellen vermag. Es besitzt jederseits drei solche Ruderwerkzeuge, die mit kräftigen Muskelsträngen in Verbindung stehen. Vorn auf dem Gehirnknoten befindet sich ein einziger roter Augenfleck. Das Weibchen trägt die abgelegten Eier in Ein- oder Zweizahl am hinteren Körperende (Fig. 13), woran sie mit einem zähen Kitt befestigt sind. Jedes Ei enthält

*) Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

einen großen, glänzenden Fettropfen, der — als Auftriebsmittel wirkend — dem Tierchen das Mitschleppen seiner Nachkommenschaft erheblich erleichtert. Größe des ganzen Tierchens 0,12 bis 0,16 mm.

Ein anderes, ganz sonderbar aussehendes Rädertierchen, welches, ebenso wie Polyarthra, als ein typisches Mitglied des Seen- und Teichplanktons zu betrachten ist, veranschaulicht die Fig. 14. Es ist der von Ehrenberg ganz passend so genannte „langborstige Dreibart". Sein Körper ist klein und transparent (0,18 mm), hat einen deutlich abgesetzten Kopf und dieser trägt zwei getrennte Augen auf der Stirn, die mit winzigen Linsen ausgestattet sind. Zu beiden Seiten des Kopfteils sind die langen Ruderborsten angefügt, welche dem Tiere weit ausgreifende Schwimmbewegungen in seinem Wohnelement zu machen gestatten. Vom Hinterende geht ein unbeweglicher Stachel aus, der als eine Oberflächenvergrößerung zu deuten ist, durch welche das Tier beim freien Schweben im Wasser unterstützt wird. In den größeren Seen Norddeutschlands habe ich seinerzeit eine Abart dieser Spezies entdeckt, bei welcher die Ruderborsten die enorme Länge von fast einem Millimeter erreichen. Für diese Varietät wählte ich die Bezeichnung T. longiseta, var. limnetica.

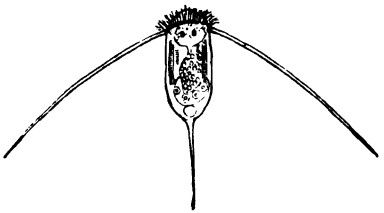


Fig. 14. Triarthra longiseta.

Im Gegensatz zu den ungepanzerten Rädertieren (Illoricatae), denen die Synchaeten und Asplanchnen beizuzählen sind, gibt es aber auch solche, die eine feste Körperhaut, also einen schützenden Panzer besitzen; diese machen die Gruppe der Loricata aus. Zu diesen gehören die folgenden Gattungen und Arten.

Die beiden hier abgebildeten Anuraea-Spezies (Ehrenbergs „Stutzrädchen") sind häufige Erscheinungen im Plankton, wenn auch nur solche von geringer Größe. Die winzigen Körper dieser kleinen Rotatorien kommen in ihrer Länge nicht über den fünften Teil eines Millimeters hinaus. Aber sie sind oft recht massenhaft in dem aufgefischten Material enthalten und

ihre charakteristische Gestalt bewirkt, daß man sie sofort bei der mikroskopischen Untersuchung zu entdecken vermag.

A. cochlearis besitzt einen gewölbten und mit sechseckigen Feldern versehenen Panzer, dessen Aussehen an das einer Schildkrötenschale erinnert. Auf der Unterseite ist er aber löffel- oder schaufelartig ausgehöhlt. Darauf bezieht sich die Bezeichnung „cochlearis". Nach hinten zu läuft der Panzer in einen langen Stachel aus, der — als Stiel betrachtet — die Löffelähnlichkeit noch erhöht. Am dorsalen Panzerrande stehen vier Stacheln, von denen die zwei mittleren am längsten sind; hierzu kommen noch zwei seitliche dornenartige Fortsätze; rechts und links je einer, die etwas schief nach unten gerichtet sind. Das Räderorgan besteht aus mehreren vorstülpbaren Teilen, die reichlichen Wimperbesatz tragen.

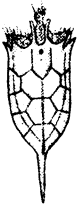


Fig. 15. Anuraea cochlearis.

A. aculeata hat eine annähernd quadratische Panzerform, ganz ähnliche Hinterhauptsdornen in der Sechszahl, wie die vorige Art, und eine gleichfalls vertiefte Bauchseite. Auch hier ist eine Teilung des Panzers in sechseckige Felder zu bemerken und nach hinten zu setzt sich der Panzer in zwei Stacheln fort, welche mehr oder weniger stark divergieren. Der Wimperapparat ist bei dieser Form ähnlich dem der vorigen.

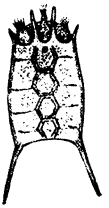


Fig. 16. Anuraea aculeata.

Die Gattung Notholca und speziell N. acuminata zeigt in der allgemeinen Körperform einige Verwandtschaft mit den Anuräen, insbesondere mit A. cochlearis; sie hat aber ein schlankeres und eleganteres Aussehen; nicht minder fehlt ihr der hintere Dorn. Auch ist der Panzer nicht gefeldert, sondern längsgestreift. In Wirklichkeit besteht er aus einer Anzahl von durch Furchen getrennten Längskielen. Es sind auch hier sechs Hinterhauptsdornen vorhanden, während der Endstachel durch einen ziemlich breiten, völlig abgeplatteten Fortsatz ersetzt ist. Das Räderorgan ist anscheinend auch von dem der Anuräen verschieden und besteht aus mehreren niedrigen, vorstreckbaren Wimperpolstern.

Fig. 17. Notholca acuminata.

Eine andere Spezies von Notholca (Fig. 18)

ist viel häufiger im Plankton anzutreffen, als acuminata. Der Körper derselben ist klein (0,6—0,7 mm) und im Querschnitt dreieckig, so daß man ihn, im Hinblick auf die Verjüngung nach dem Hinterende zu, als pyramidenförmig bezeichnen kann. An der Basis des dreikantigen Prismas befindet sich der Kopfteil, der mit sechs Stacheln ausgerüstet ist, von denen die zwei mittleren von sehr ungleicher Größe sind. Der rechtsstehende ist gewöhnlich 3mal so lang als der linksseitige. Dann folgt jederseits ein kurzer Dorn, der nur halb so lang ist als der kleinere von den beiden in der Mitte stehenden. Die zu äußerst befindlichen Seitendornen sind halb so lang als der große mittlere, und sie besitzen in ihrem Verlaufe eine nach einwärts gehende Biegung. An seinem zugespitzten Hinterende trägt der Panzer einen lang hinausspießenden Dorn, der an Länge dem großen Vorderstachel nahezu gleichkommt. Auf seiner Unterfläche hat der Panzer eine Konkavität, welcher sich das Ei anschmiegt, wenn dasselbe, nachdem es den mütterlichen Körper verlassen hat, auf der ventralen Seite des Tierchens zur Anheftung kommt. Das Räderorgan ist zweilappig und in das Panzerinnere zurückziehbar.

Fig. 18. Notholca longispina.

In seiner ausführlichen Beschreibung dieser Notholca spricht der englische Rotatorienforscher Hudson*) seine Verwunderung darüber aus, daß sie so ungemein lange und zahlreiche Dornen an ihrem Panzer trage und fügt hinzu, daß es schwer sei, einzusehen, was solche Fortsätze den Tieren nützen könnten. Da es ohnehin ein schlechter Schwimmer sei, so werde es durch solche Auswüchse in schädlicher Weise belastet und außerdem werde ihm noch der Zugang zu den Algendickichten erschwert, wo es seine Nahrung suchen müsse. Zu der Zeit, wo diese Kritik des Körperbaues der Notholca longispina niedergeschrieben wurde, befanden sich die Planktonstudien noch in ihren ersten Anfängen, und daher war es dem Mr. Hudson noch nicht bekannt, daß jenes Rädertier stets nur in geringer Anzahl im Bereiche der Uferzone, wo ihm die Vegetation hinderlich sein

*) T. Hudson und P. Gosse: The Rotifera or Wheel Animalcules Vol. II. 1889, S. 126.

könnte, zu finden ist. Seine Heimat ist vielmehr das freie, an größeren Pflanzen verwaiste Wasser, wo es mit seinen langen Panzerstacheln nirgends anstoßen oder hängen bleiben kann. Im Gegenteil leisten ihm hier die Verlängerungen seiner festen, äußeren Körperhülle dieselben guten Dienste, wie eine Planke oder Stange, die ein über Bord gefallener Mensch ergreift, um sich vor dem Untersinken zu bewahren. Und hier wie dort ist es die Oberflächenvergrößerung und der dadurch erzeugte Widerstand gegen die Sinkbewegung, welche sich als Vorteile aus beiderlei Situationen ergeben. Man spricht daher nicht bloß im Falle der in Rede stehenden Notholca, sondern auch hinsichtlich anderer, ähnlich so mit Borsten oder Spießen ausgestatteter Tiere von Schwebvorrichtungen, und betrachtet dieselben als eine Anpassung an das beständige Flottieren im Wasser, welches dergleichen Unterstützungsmittel geradezu erfordert. So unterliegt es z. B. keinem Zweifel, daß auch der langgestreckte Körper von Leptodora in Verbindung mit der starken Befiederung an deren Ruderarmen das Schwebvermögen dieser Cladocere hochgradig erhöht. Und ebenso muß der lang hinausragende Endstachel von Bythotrephes als eine dem Untersinken entgegenarbeitende Einrichtung betrachtet werden. Nicht minder dürften die bei den Kopepoden so häufig im Innern ihres Körpers auftretenden Fettropfen („Ölkugeln") für Auftriebsmittel zu gelten haben, welche den Tierchen das Schwimmen erleichtern, ohne daß dazu noch irgendwelcher Aufwand von Muskelkraft zu kommen braucht. Bei manchen Arten gibt es auch Organe, welche ihrer Funktion nach Ruderapparate sind und von entsprechenden Muskelsträngen in Tätigkeit gesetzt werden, die aber gleichzeitig auch als Vorkehrungen, welche das Schweben begünstigen, benützt werden können, wenn sie eine bestimmte Ruhelage annehmen. Dies ist z. B. der Fall bei Polyarthra (Fig. 13), wo die blattartigen Seitenanhängsel das Tierchen zu weiten Sprüngen im Wasser befähigen und gleichzeitig dem Hinabsinken seines Körpers vorbeugen, wenn sie in gespreizter Stellung gehalten werden. Ganz ebenso spielen die langen Vorderborsten von Triarthra (Fig. 14) erfolgreich die Rolle von Ruderarmen, welche erhebliche Mengen von Wasser verdrängen, als auch diejenige von Auslegern, wie sie an manchen Booten angebracht sind, wenn das Tierchen sie ausbreitet und alsdann so hält, wie ein hoch in der Luft

schwebender Raubvogel seine Flügel. Aber nicht nur bei den Vertretern der planktonischen Fauna finden wir derartige Anpassungen, sondern nicht minder auch — wie wir später noch sehen werden — bei den sogenannten „Schwebpflanzen", die mit den Krebsen und Rädertieren zusammen die freie Wassermasse bevölkern.

Eine besondere Eigentümlichkeit der planktonischen Tiere, der wir gleichfalls noch mit einigen Worten Erwähnung tun müssen, ist deren meist glasartige Durchsichtigkeit. Betrachten wir Hyalodaphnien, Bosminen und Kopepoden lebend und in ihrem Wohnelemente schwimmend, indem wir einen Planktonfang näher ansehen, der in einen Suppenteller ausgegossen ist, so sind wir kaum imstande, die einzelnen Organismen voneinander zu unterscheiden. Nur die schwarzen Augenpunkte der verschiedenen Krebschen und ihr mehr oder minder gefärbter Darminhalt treten hervor, während die Konturen der kleinen Körper bloß undeutlich wahrgenommen werden können. Am staunenswertesten verhält sich in dieser Beziehung Leptodora, die wie aus feinster Gelatine gebildet zu sein scheint. Auch in dieser frappanten Durchsichtigkeit, die in allen möglichen Graden der Vollkommenheit vorzufinden ist, dürfte eine Wirkung der natürlichen Auslese (im Sinne Darwins) zu erblicken sein, insofern immer diejenigen Wesen den ihnen nachstellenden Fischen am ehesten zum Opfer fielen, welche von den scharfen Sehwerkzeugen ihrer Feinde noch am leichtesten wahrgenommen werden konnten, wogegen jene anderen erhalten blieben und sich fortpflanzten, die schon einen Vorsprung auf dem Wege zur Erlangung der für ihre Erhaltung so wichtigen Durchsichtigkeit (Hyalinität) gewonnen hatten.

Wir beobachten diese Eigenschaft aber nicht bloß bei den noch mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbaren Mitgliedern des tierischen Planktons, sondern auch bei den winzigen Lebensformen, welche uns als Bestandteile der Schwebfauna im Laufe der Zeit bekannt geworden sind. Von Asplanchna (Fig. 11) abwärts bis zu den kleinsten Formen der Rotatorien ist die Durchsichtigkeit eine treue Begleiterin der zarten Körperbeschaffenheit dieser merkwürdigen Wimperwesen. Aber sie ist auch noch weiter hinunter in der Tierreihe verbreitet, und wir treffen sie auch noch bei der Mehrzahl der Infusorien an, insbesondere bei denen, welche zum Plankton gehören.

Für den Laien, welcher das Mikroskop bloß zu seiner Unterhaltung und zu seinem Vergnügen handhabt, hat die aufmerksame Betrachtung solcher glashaller Wesen, in denen man alle inneren Vorgänge genau verfolgen kann, einen großen Reiz. Aber auch der Forscher beobachtet mit nie erlahmendem Interesse diese planktonische Krebs- und Rädertierfauna, deren Lebensverhältnisse uns eine Fülle von biologischen Problemen aufgeben, an deren Lösung sich noch viele Generationen abmühen werden, obgleich die wissenschaftliche Welt schon seit länger als zwei Jahrzehnten sich intensiv mit ihnen beschäftigt.

## VIII. Passive Wanderung der Krebse und Rädertiere.

Wenn sich irgendwo eine Einsenkung des Erdbodens mit Regenwasser füllt, so dauert es gar nicht lange, bis sich eine niedere Fauna in Gestalt von Daphnien, Kopepoden und Rädertieren an der betreffenden Örtlichkeit ansiedelt. Wo kommen nun diese Tiere her und wie gelangen sie in solche bis dahin völlig öden Teiche, die nur meteorischen Niederschlägen ihre Entstehung verdanken? Im Mittelalter war man noch der Ansicht, daß kleine Organismen unter gewissen Umständen „von selbst" aus faulenden vegetabilischen Stoffen, vermodernden Pflanzenblättern, Tierkot usw. entstehen könnten. Man ließ auch die Maden im Aas auf diesem Wege sich bilden, weil die Beobachtungsgabe der Menschen noch wenig entwickelt war und weil die Annahme, daß niederste Lebewesen aus tierischen und pflanzlichen Abfällen ihren Ursprung nehmen könnten, um so leichter Glauben fand, als es fast niemandem beikam, sich näher mit den Fortpflanzungsvorgängen auf den untersten Stufen der organischen Welt vertraut zu machen. Selbst die Naturforscher jener Zeit waren von vornherein geneigt, jener unbegründeten Hypothese zuzustimmen, weil man in solchen Dingen sich an Analogien aus dem mystischen Gebiete der Alchemie hielt. Und wenn es, den Vorstellungen jener Zeit entsprechend, möglich war, daß unedle Metalle mit Hilfe gewisser Prozeduren und unter Mitwirkung geheimnisvoller Vorgänge sich in Gold verwandelten, so war es ganz gewiß für die Natur nur eine Kleinigkeit, aus Schlamm und

Moder primitive Lebensformen hervorzubringen. Huldigte doch Aristoteles, der größte Philosoph und Forscher des klassischen Altertums, für seinen Teil ebenfalls der Meinung, daß z. B. die Nachkommenschaft des Aales aus dem faulenden Bodensatz der Gewässer entstehe — ohne sich irgendwelche Bedenken darüber zu machen, wie so etwas vor sich gehen könne, ohne den übrigen Gesetzmäßigkeiten des Naturlaufs Hohn zu sprechen. Die genaueren modernen Untersuchungsmethoden und das so hochgradig vervollkommnete Mikroskop haben heutzutage aufs gründlichste mit dieser ganz unwissenschaftlichen Vorstellungsweise aufgeräumt. Wir können jetzt gar nicht mehr begreifen, wie eine solche Art zu denken mit den höchsten Leistungen auf dem Gebiete der Architektur, Skulptur und Poesie verträglich gewesen ist. Und doch liegt, geschichtlich verbürgt, die merkwürdige Tatsache vor, daß der gröbste Aberglaube viele Jahrhunderte hindurch mit den bewunderungswürdigsten Errungenschaften auf vereinzelten Gebieten der Wissenschaft und Kunst Hand in Hand gehen kann.

Für uns steht es heutzutage fest und ist durch nichts mehr zu erschüttern, daß der Satz omne vivum ex ovo (zu deutsch: Jedes Lebewesen hat seinen Ursprung aus einem Ei) eine ausnahmslose Gültigkeit besitzt. Die Bezeichnung „Ei" ist dabei natürlich in einem weiteren Sinne zu verstehen, so daß darunter auch Sporen und Einkapselungszustände mit einzubegreifen sind. Erwiesenermaßen werden auch von den kleinen Krustazeen und Rädertieren Eier produziert und oft geschieht das in recht großer Menge. Die Daphnien zumal erzeugen den ganzen Sommer hindurch sehr zahlreiche Eier und nicht selten ist bei großen Weibchen der Brutraum mit 15 bis 20 Stück erfüllt. Aber auch in den Eiersäcken der Cyclopiden liegen Dutzende von Eiern beieinander, wogegen die Calaniden weniger fruchtbar in dieser Hinsicht sind.

Wir müssen aber bei den Daphnien zwischen Subitan- und Latenzeiern unterscheiden. Erstere werden parthenogenetisch von den Weibchen erzeugt, und bedürfen zu ihrer Entwicklung keiner Befruchtung durch die Männchen. Auch gibt es keinerlei Ruhezeit für diese jungfräulich produzierten Fortpflanzungskörper; sie entwickeln sich vielmehr sofort nach ihrem Austritt aus dem mütterlichen Organismus. Ist dies aber monatelang so fortgegangen, so kommen auf einmal Männchen zum Vor-

schein, die natürlich ebenfalls aus Eiern geschlüpft sind. Und damit beginnt seitens der früher nur parthenogenetisch sich fortpflanzenden Daphnienmütter die Produktion einer anderen Art von Eiern, welche befruchtungsbedürftig sind. Das sind die sogenannten Latenzeier. Man nennt sie so, weil das Leben in ihnen eine Zeitlang schlummernd (latent) bleibt, insofern sie den ganzen Winter über in völliger Ruhe verbleiben und erst im Frühling auskommen. Deshalb bezeichnete man sie früher auch als „Wintereier", bis man gewahr wurde, daß solche Eier auch mitten im Sommer abgelegt werden und sich noch lange vor Eintritt der rauhen Jahreszeit zu neuen Tieren entwickeln können. Der passendste deutsche Name dafür ist darum entschieden „Dauereier".

Bei den Daphniden werden diese Eier in ein merkwürdiges, sattelähnliches Gebilde (Ephippium) eingeschlossen, welches am Rücken der Tierchen zur Ausbildung gelangt und von dunklerer Färbung ist, als die übrige Schale. Dieser sogenannte „Eiersattel" ist eine hornige Kapsel, in der die Dauereier in Ein- und Zweizahl einlogiert sind. Rings um diese Behälter läuft ein Ring, der aus vielflächigen Hohlräumen gebildet ist, die sich mit Luft füllen und so einen natürlichen Schwimmgürtel darstellen. Wenn das Ephippium vollständig ausgebildet ist, löst es sich von der Panzerschale ab und führt fernerhin ein flottierendes Dasein an der Oberfläche des Wassers. Es ist gegen alle Witterungseinflüsse gefeit, kann Frost und Hitze überstehen, die Trockenheit vertragen und alle sonstigen Fährlichkeiten siegreich bestehen. Es kommt vor, daß man an den Rändern größerer Teiche das Wasser ganz übersät mit solchen Eiersätteln vorfindet. Ein wandernder Wasservogel nun, der sich auf ein solches Becken niederläßt, nimmt unwillkürlich zahlreiche von diesen winzigen Körperchen, die sich an sein Gefieder oder an seine Füße hängen, mit auf, wenn er wieder davonfliegt. Und sobald er nun einen anderen Teich oder Tümpel aufsucht, werden die ihm anhängenden Ephippien von seinem Leibe heruntergespült und so in ein fremdes Wasser übertragen, wo die betreffenden Daphnidenspezies vielleicht noch nicht vorhanden sind. Auf diese Weise kommt es im Laufe längerer Zeiträume zur Besiedelung neu entstandener Wasseransammlungen und zur Weiterverbreitung der verschiedensten Spezies über ein größeres

Gebiet, so daß ein ausgedehnter Mechanismus der Verschleppung durch wilde Enten, Gänse, Schwäne, Störche und andere wasserliebende Vögel sich fortwährend im Betrieb befindet.

Man spricht in diesen Fällen von passiver Wanderung, insofern dabei jede aktive Beteiligung der betreffenden Wasserorganismen an einem solchen Ortswechsel vollständig ausgeschlossen ist. Aber es brauchen nicht immer größere Tiere, wie die genannten Vögel zu sein, welche solche Übertragungen vermitteln, sondern ein das Wasser verlassender Frosch kann auf seinem klebrigen Rücken Dutzende von Ephippien weitertransportieren, wenn er sich zu einer der benachbarten Wasserlachen begibt und dieselbe zu seiner zeitweiligen Tummelstätte macht. Selbst Insekten, wie z. B. die größeren Wasserkäfer (Dyticus), erweisen sich bei näherer Untersuchung nicht selten mit Grünalgen, Diatomeen-Kolonien oder Infusorienstöcken (Glockentierchen) behaftet, so daß ein solches Krebstier, wenn es bei Nacht das Wasser verläßt und umherschwärmt, bei seinem Wiedereinfallen in einen Sumpf oder Teich ahnungslos der Verbreitung und Verpflanzung der bezüglichen pflanzlichen oder animalischen Organismen Vorschub leistet. Gelegentlich kann wohl auch (auf kurze Strecken hin) ein erwachsener Wasserfloh, der im Gefieder eines Sumpfvogels hängen bleibt, die Weiterverbreitung seiner Art direkt bewirken. „Practica est multiplex" kann man auch hinsichtlich der Ausführung solcher passiver Wanderungen sagen. Die Wege der Verschleppung sind äußerst mannigfaltig, und man wird im Laufe der Zeit noch viele andere Möglichkeiten, als die bisher bekannten sind, entdecken. Nicht zu vergessen ist, daß der Laich mancher Tiere in eine klebrige Gallertmasse eingebettet ist und daß er infolgedessen äußerst leicht auf passive Weise zu einer Ortsveränderung kommen kann. Hieraus erklärt sich wohl, daß frisch hergestellte Ziegeleiausschachtungen sehr bald mit Wasserschnecken bevölkert werden, die ihre Eier bekanntlich mit einem leicht anhaftenden, schleimigen Kittstoffe zu einem strangförmigen kurzen Pakete verbinden.

Die Mehrzahl der Rädertiere produziert ebenfalls, wie die Daphniden, Dauereier, die aber einzeln abgelegt werden. Manche Arten besitzen Eier, die mit Schwebapparaten (Borstenbesatz) oder Auftriebsmitteln (Fettgehalt) ausgestattet sind. Andere lassen ihre Eier einfach auf den Grund hinab fallen,

von wo die neue Generation im Frühling zu den höheren Wasserschichten emporsteigt.

Bei den Kopepoden ist nur vereinzelt das Vorkommen von Dauereiern nachgewiesen worden; aber diese Krebschen sind in einer anderen Weise für die Verbreitung durch passive Wanderung geeignet: nämlich durch ihre Fähigkeit, auch mit nur ganz wenig Feuchtigkeit benetzt, längere Zeit am Leben bleiben zu können. Auf diese Tatsache ist zuerst von O. Schmeil, dem besten Kenner unserer Süßwasserkopepoden, aufmerksam gemacht worden. Eine solche Lebenszähigkeit bietet nun aber auch die Möglichkeit dar, daß Cyclopiden und Calaniden, wenn sie zufällig an den Federn der vom Wasser auffahrenden Vögel hängen bleiben, eine kurze Flugzeit wohl überstehen können und so die Chance behalten, von ihren Trägern in ein anderes Wasserbecken importiert zu werden. Der österreichische Zoolog und Krustazeenforscher Claus will übrigens auch aus völlig ausgetrocknetem Schlamm (nach Übergießen desselben mit Wasser) erwachsene Exemplare von Kopepoden hervorkommen gesehen haben, was — wenn die Tatsache auf richtiger Beobachtung beruht — unbedingt zu der Schlußfolgerung führt, daß die betreffenden Krebschen auch bei vollständigem Wassermangel längere Zeit hindurch fortleben können. Um so befähigter würden sie durch die Akquisition dieser Eigenschaft zum Überstehen weiter passiver Wanderungen sein, auf die sie, als Kosmopoliten des Tierreiches, seit unvordenklichen Zeiten schon angewiesen gewesen sein müssen.

Nur dadurch, daß die hier in Betracht kommenden Wesen mittels passiver Wanderungen von See zu See gelangen können, ist deren außerordentlich weite Verbreitung begreiflich. Genau dieselbe Leptodora, die in den norddeutschen Gewässern lebt, finden wir auch in den Seen Oberbayerns und in denen der Schweiz, in den Teichen Böhmens und im Elbwasser des König Alberthafens zu Dresden-Altstadt. Ebenso verhält es sich mit den kleinen Kopepodenkrebschen und den Rotatorien. Für die Naturforscher der älteren Schule war die staunenswerte Allgegenwart aller dieser Organismen ein vollständiges Mysterium und nicht wenige von ihnen sahen darin ein beweiskräftiges Argument zugunsten der sogenannten elternlosen Zeugung (Generatio equivoca).

Wenn nun jemand doch noch an dem ausgiebigen Er-

folge dieser Wanderungen zweifeln und dies damit begründen wollte, daß er sagt, es könnten doch immer nur wenige Krebse und Rädertiere auf solchem Wege über die Gewässer verteilt werden, so ist darauf zu entgegnen, daß schon ganz wenige Exemplare von Männchen und Weibchen einzelner Arten hinreichen würden, um auch große Wasseransammlungen mit beträchtlichen Mengen von Krustazeen und Rotatorien zu versehen, weil diese Tierchen mit einer bedeutenden Fruchtbarkeit begabt sind, die es ihnen ermöglicht, in kurzer Zeit eine ungeheure Zahl von Nachkommenschaft zu erzeugen. Ein einziges Kopepodenweibchen, welches 20 Eier produziert, die zu ihrer Entwicklung bis zum geschlechtsreifen Tiere drei Wochen brauchen, kann während eines einzigen Sommers schon — wie die einfachste Berechnung lehrt — eine Unmenge Krebschen in die Welt setzen. Und noch viel fruchtbarer sind die Daphniden; denn kaum haben die Jungen die Hälfte ihrer natürlichen Größe erreicht, so ist deren Brutraum (s. o. Fig. 3) schon wieder aufs neue mit Eiern erfüllt, die nach etwa 48 Stunden als Vertreter einer neuen Generation davonschwimmen, um wieder anderen Eiern Platz zu machen. Nach Verlauf des gleichen Zeitraumes haben auch diese sich wieder zu jungen Krebschen ausgebildet und so geht es, Brut auf Brut, fort, so lange das Gewässer, welches der Schauplatz dieser enormen Vermehrung ist, hinreichende Nahrung für Mütter und Kinder zu spenden vermag. Betrachtungen solcher Art stellte zu Beginn des vorigen Jahrhunderts schon Ramdohr, ein vortrefflicher Beobachter der niederen Tiere, an und er berechnete, daß eine einzige Daphnie, welche am ersten Mai mit der Eierproduktion anfängt, schon am Ende des Monats Juni über 1200 Millionen Nachkommen haben müsse, von denen die weitaus größte Anzahl überlebt und für die nachfolgenden Monate eine noch höher steigende Bevölkerungszahl verspricht. So läßt sich also verstehen, wie ursprünglich völlig tierleere Regenwasseransammlungen binnen kürzester Frist mit einem reichen fauniſtischen Inventar ausgestattet werden können, da allen Lebewesen ohne Unterschied das Bestreben innewohnt, sich fortgesetzt in geometrischer Progression zu vermehren.

Um aber den Erfolg passiver Wanderungen richtig zu beurteilen, muß man sich vor Augen halten, daß keineswegs in jedem Teiche oder See alles das fortleben und gedeihen kann,

was der Zufall ihm zuführt. Es werden vielmehr gelegentlich Organismen in kalte, hochgelegene Becken gelangen, die nur für die wärmeren Gewässer der Ebene, aus der sie herstammen, geeignet sind und auch umgekehrt werden solche Arten, welche die Kühle bevorzugen, in flache, hochtemperierte Tümpel verschlagen werden, wo sie nicht ausdauern können. Es dürften also nur immer die für die jeweilige Örtlichkeit passenden Organismen in der ihnen aufgedrungenen neuen Heimat fortleben können. Aber außer der Temperatur dürften auch noch andere Momente in Betracht kommen und über das Schicksal der ihrem Einfluß ausgesetzten neuen Ankömmlinge entscheiden, so z. B. sicher auch der größere oder geringere Kalkgehalt des betreffenden Gewässers, oder auch dessen schon ursprünglich in ihm existierende Bewohnerschaft, die schwerlich als ein gleichgültiger Faktor anzusehen sein wird. Wir haben freilich in die Beziehungen von Organismus zu Organismus noch viel zu wenig Einsicht, um genau angeben zu können, welche Wesen nebeneinander harmonisch ihr Dasein zu führen vermögen und zwischen welchen ein Antagonismus besteht, der ihr Zusammenleben auf demselben beschränkten Raume unmöglich macht. Jedenfalls haben wir anzunehmen, daß die Bewohnerschaft eines Teiches oder Tümpels sich in einem annähernden Gleichgewichtszustande befindet und daß nur solche Organismen in die bezügliche Lebensgemeinschaft eingegliedert werden können, deren Existenzbedingungen so geartet sind, daß sie denjenigen der übrigen mit ihnen zusammenlebenden Wesen keinen erheblichen Abbruch tun. Es gibt auch im Sinne der Biologie „Beati possidentes“, welche den Ansprüchen anderer gegenüber sich ablehnend, resp. nicht entgegenkommend verhalten. Schließlich entbrennt in solchen Fällen ein mehr oder weniger harter Kampf ums Dasein, der mit strengster Unparteilichkeit von seiten der Natur überwacht wird, insofern sie beiden Kombattanten rechtzeitig alle Mittel zur Verfügung stellt, die in ihrem unerschöpflichen Arsenale für einen solchen Wettbewerb vorhanden sind.

# IX. Entstehung neuer Arten und Varietäten durch Isolierung.

Wie leicht ersichtlich ist, muß die Übertragung von Organismen an neue Aufenthaltsorte durch passive Wanderung in einzelnen Fällen dazu führen, Varietäten hervorzurufen, da eine Veränderung in den äußeren Verhältnissen häufig auf den Organismus zurückwirkt und diesen in irgend einer Weise nötigt, sich den neuen Umständen anzupassen. Man bezeichnet solche mehr oder weniger starke Abweichungen, welche von den Organismen infolge des Einflusses innerer oder äußerer Faktoren eintreten, neuerdings als Mutationen. Der holländische Botaniker de Vries hat einige Landpflanzen von diesem Gesichtspunkte aus studiert und uns mit deren Verhalten bei der Abänderung näher bekannt gemacht.

Auch die genugsam beobachtete Tatsache, daß manche Krebstiere (und auch einige Rotatorien) bei Eintritt der kälteren Jahreszeit regelmäßig ihre Gestalt verändern, insofern gewisse Körperteile sich verkürzen und sich umgestalten — auch dieser Befund spricht dafür, daß äußere Faktoren den Organismus gesetzmäßig beeinflussen. Ich habe zuerst darauf hingewiesen, daß z. B. Hyalodaphnia (Fig. 3) gegen den Herbst hin ihren langen Kopfhelm verkürzt und die Konturen desselben abrundet, so daß man ein völlig anderes Tier vor sich zu haben meint, wenn man von dieser jahreszeitlichen Metamorphose (Saisondimorphismus) keine Kenntnis durch die Beobachtung der sukzessiv eintretenden Umwandlung besitzt. Ich machte dann weiter die korrespondierende Wahrnehmung, daß sich in der herbstlichen Generation gewisser Bosminen (Bosmina coregoni) die beiden großen unbeweglichen Antennen stark verkürzen und konstatierte auch in diesem Falle eine regelmäßige Wiederkehr dieser Erscheinung. W. Ostwald wies dann in meinem Laboratorium zu Plön nach, daß man den Eintritt der Umwandlung in beiden Fällen verhindern könne, wenn man die Tierchen zu Beginn der kühlen Herbstmonate bei einer Wassertemperatur hält, welche der sommerlichen draußen im Freien entspricht. Geschah das, so traten die Veränderungen nicht ein. Dieses Experiment beweist unwidersprechlich und klar, daß der Anstoß zu jenen Organverkürzungen von einem Sinken der Temperatur ausgeht, und daß die Wirkung unter-

bleibt, wenn ihre Ursache auf künstliche Weise in Wegfall gebracht wird.

Ganz ähnliche Formveränderungen, wie sie uns an den Daphniden und Bosminen bekannt geworden sind, treten aber auch bei Rädertieren auf und R. Lauterborn hat durch genaue Beobachtungen an Anuraea cochlearis (Fig. 15) gezeigt, daß sich der Hinterdorn bei dieser Spezies, den Temperaturverhältnissen entsprechend, während des Jahreslaufes verlängert oder verkürzt. Ganz umgekehrt stellte ich fest, daß bei einem gleichfalls planktonischen Rotatorium (Bipalpus vesiculosus) zur Herbstzeit eine zipfelartige Verlängerung des Hinterleibs-Endes eintritt, wogegen die sommerlichen Exemplare dieser Spezies an derselben Stelle kugelig abgerundet sind. Nicht minder kommen bei gewissen Geißelträgern, wie wir noch sehen werden, Variationen in der Körpergestalt vor, die gleichfalls an bestimmte Zeiten des Jahres geknüpft erscheinen.

Wenn nun solche Tatsachen unzweifelhaft vorliegen und es zur Gewißheit machen, daß Krustazeen, Rädertiere und auch andere viel niedriger stehende Wesen — je nach den äußeren Einflüssen — in erheblichem Grade veränderlich sind, so gibt dies uns offenbar die Berechtigung an die Hand, auch das Vorhandensein zahlreicher Lokalformen, wie sie in den verschiedenen Teichen und Seen zu finden sind, im Sinne der Einwirkung von zum Teil freilich noch unbekannten Faktoren zu deuten, welche an den einzelnen Örtlichkeiten wirksam sind und zwar so, daß sie die ihnen beständig ausgesetzten Organismen in deren Wachstumsverhältnissen nach dieser oder jener Richtung hin beeinflussen. Letzteres ist freilich zunächst nur eine theoretische Annahme, aber sie gründet sich auf wirklich beobachtete, unter unsern Augen vor sich gehende morphologische Veränderungen einerseits, und auf das Vorhandensein örtlicher Varietäten der nämlichen Grundformen andererseits, so daß mit allergrößter Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, es seien jene an Ort und Stelle durch Isolierung und Abzweigung von der Stammart entstanden. So traf ich im Jeserich-See (Westpreußen) seinerzeit (1886) eine Hyalodaphnia an, deren Kopfhelm anstatt, wie gewöhnlich, gerade zu verlaufen, im Gegenteil stark herabgebogen war, so daß sich mein damaliger Mitarbeiter, S. A. Poppe, veranlaßt sah, derselben,

als einer sehr charakteristischen Varietät, den Namen procurva beizulegen. Nur in ganz wenigen Seen ist diese Abart später noch gefunden worden. Sie ist unzweifelhaft das Produkt ganz bestimmter lokaler Verhältnisse, wenn wir zurzeit auch noch nicht angeben können, welcher.

Als Seligo vor einer Reihe von Jahren die Stuhmer Seen, die in der Nähe von Marienburg liegen, untersuchte, machte er die Wahrnehmung, daß es auch dort zur Ausbildung verschiedener Saisonformen von Hyalodaphnia komme. Ebenso konstatierte er in zahlreichen anderen Seen Westpreußens mancherlei Abarten von der typischen Spezies. Zu seinen Befunden macht er dann folgende Bemerkung: „Ich komme zu dem Schlusse, daß man es bei den so verwirrenden Formen dieser Planktonwesen mit Lokalvarietäten zu tun hat, welche innerhalb eines für den einzelnen See beschränkten Formenkreises im Laufe des Jahres Saisonformen ausbilden. Eine Unterscheidung verschiedener Arten halte ich bei dem Vorhandensein offenbarer Übergänge und bei der Übereinstimmung im Bau, z. B. des Postabdomens, für untunlich. In den Seen mit gemischtem Bestande kommen mehrere Varietäten vor, deren Ausbildung vielleicht von den in diesen Seen gebotenen verschiedenartigen Lebensbedingungen (Wassertiefe, Strömungen) immer wieder begünstigt wird, wenn auch Bastardierung und das Verschlagenwerden aus der Ursprungsheimat Übergangsformen schaffen." Wir sehen aus diesem Passus, daß sich auch anderen Seen-Untersuchern die Annahme eines bestimmenden Einflusses der Lokalität auf die Entstehung von Abarten aufgedrängt hat.

Die im obigen vorgetragene Theorie von den Ursachen, welche der Bildung von lokalen Varietäten bei Krustazeen und Rädertieren zugrunde liegen, findet ihre Stütze und Analogie auch bei den größeren Wassertieren, z. B. den Fischen. Ist es doch eine allbekannte Tatsache, daß ein und dieselbe Forellen- oder Felchenart aus verschiedenen Seen, je nach der Lage und geognostischen Beschaffenheit des Grundes der betreffenden Gewässer, immer einige Verschiedenheiten in Bau und Färbung sowie bezüglich des Eintritts der Laichperiode und anderer Lebensgewohnheiten aufweist. Den praktischen Fischern sind solche Anomalien wohlbekannt und die Heinckeschen Untersuchungen und systematischen Messungen an marinen

Fischen, insbesondere am Hering, setzen uns sogar in den Stand, von irgend einem Vertreter dieser Spezies, welcher vorgelegt wird, auszusagen, wo die Heimat desselben gewesen ist. Eine solche Sicherheit des Urteils wäre ganz ausgeschlossen, wenn es nicht konstante Merkmale für die genaue Identifizierung von Lokalrassen gäbe.

Da nun aber — nach unserer modernen wissenschaftlichen Auffassung — Varietäten nichts anderes sind, als beginnende Arten, so müssen wir in der passiven Wanderung, durch welche Organismen regelmäßig in ein neues Milieu versetzt und von der Stammform abgetrennt resp. isoliert werden, auch ein Mittel erblicken, welches — natürlich nur innerhalb langer Zeiträume — zur Entwicklung wirklich neuer Spezies Anstoß gibt.

Wir können aber auch innerhalb eines und desselben Wasserbeckens Ursachen auffinden, die zu einer zufälligen Isolierung einzelner Individuen von dem Gros ihrer Artgenossen führen. So ist es z. B. nicht ausgeschlossen, daß der Wind Uferformen aus den Strandregionen eines Sees hinaus auf die freie Wasserfläche treibt, wo sie vielleicht zuweilen in schwebenden Algenkolonien sich ansiedeln und so Ruhepunkte finden können. Dergleichen Organismen nun, deren spezifisches Gewicht nahezu mit dem des Wassers übereinstimmt, werden die Zwangslage, in die der Wind sie gebracht hat, nicht allzu hart empfinden, sondern sich vielmehr dem planktonischen Leben anpassen, zumal wenn ihnen lange Antennen, Stacheln oder Fettabscheidungen (in den Bindegewebslücken) als Unterstützungsmittel des Flottierens im Wasser zustatten kommen. Es ist also denkbar und gewiß auch wahrscheinlich, daß sich in solcher Weise das tierische sowohl wie das vegetabilische Plankton aus Uferformen hervorgebildet hat, welche spezifisch leichter waren, als die Mehrzahl ihrer littoralen Anverwandten und Genossen. Aus zufällig planktonischen Spezies konnten so nach zahlreichen Generationen echte oder euplanktonische werden, die sich geschlechtlich nicht mehr mit den Uferformen vermischen und schließlich denselben völlig fremd wurden. Freilich ist auch dieses nur eine theoretische Ansicht; sie findet aber ihre Stütze in den vorliegenden Verhältnissen und ist darum nicht a priori von der Hand zu weisen. Wollte man diesen Erklärungsversuch völlig verwerfen, so bliebe nichts weiter übrig, als anzunehmen, daß die Planktonspezies überhaupt dem Süßwasser

ursprünglich fremd seien und von marinen Voreltern herstammen, die seinerzeit in Fjorden abgesperrt wurden und aus so entstandenen „Reliktenseen", die der allmählichen Aussüßung anheimfielen, durch passive Wanderung in unsere Landseen und sonstigen Binnengewässer gelangten. Der italienische Hydrobiolog Pietro Pavesi in Pavia hat tatsächlich vor vielen Jahren diese Hypothese aufgestellt, welche in dem Vorkommen gewisser mariner Fische (Blennius) und der Anwesenheit eines garnelenartigen Krebses (Palaemonetes) in manchen planktonreichen Seen Italiens einen Anhalt zu finden schien. Aber man ist doch immer wieder auf den einfacheren Erklärungsmodus zurückgekommen und hat der wahrscheinlicheren Theorie den Vorzug gegeben, daß die zart organisierten, spezifisch leichteren und mit besonderen Schwebwerkzeugen ausgerüsteten Planktonwesen aus den schlecht schwimmenden, plumperen und derbhäutigeren Uferbewohnern durch den Prozeß einer natürlichen Auslese entstanden seien, welche auch sonst in der belebten Natur eine Reihe der bewunderungswürdigsten Anpassungen hervorgerufen hat.

## X. Die Geißelträger (Flagellaten) des Planktons.

Hatten wir es in den Krustazeen und Rotatorien mit noch relativ großen Organismen des Planktons zu tun, so machen wir nun in den Flagellaten die Bekanntschaft mit recht winzigen Schwebwesen, die aber dafür nicht selten in ganz ungeheurer Menge auftreten. Letzteres ist namentlich recht häufig der Fall mit den Repräsentanten der Gattung Dinobryon (Fig. 19) und mit den Ceratien (Fig. 20).

Bei den Geißelträgern handelt es sich um Lebensformen, die eine schwankende Stellung auf der Grenze zwischen dem Tier- und Pflanzenreiche einnehmen. Manche Gattungen, wie z. B. Dinobryon, besitzen Chromatophoren und ernähren sich wie Algen, indem sie bei Zutritt von Licht die im Wasser gelöste Kohlensäure zerlegen. Man spricht dann von einer holophytischen Lebensweise solcher Geißler. Ehrenberg bezeichnete die Dinobryen als „Wirbelmoostierchen" und rechnete sie demgemäß zu den Infusorien. Die Kolonien der im Plankton

vorkommenden Arten besitzen einen buschähnlichen Habitus und bestehen aus kleinen, aufeinander gesetzten Gehäusen, welche eine becherartige Gestalt besitzen. In jedem der zahlreichen Gehäuse steckt ein kleines spindelförmiges Geschöpf, welches am Vorderende zwei bewegliche Geißeln trägt, wovon die eine ein Stück weit aus dem Gehäuse herausschaut, während die andere jedoch nur bis zum Rande desselben reicht. Im Innern jeder Dinobryonzelle sind zwei Farbstoffplatten enthalten, wovon die eine mit einem Augenfleck (Stigma) versehen ist. Gelegentlich sind 50—80 Gehäuse zu einer Kolonie vereinigt, die dann ein sehr zierliches Arrangement bildet. In manchen Seen entwickeln sich während des Hochsommers die Dinobryen (von denen es mehrere Arten gibt) so stark, daß das ganze Wasser gelblich davon gefärbt erscheint und mit jedem Netzzuge kann man eine Unzahl davon erbeuten. Sie bilden eine mit Vorliebe genommene Speise für Asplanchna priodonta, deren Magen oft gänzlich damit angefüllt ist. Ihrem chemischen Verhalten nach bestehen die kleinen Gehäusebecher aus Zellulose. Bei manchen Arten sind sie in der Hinterhälfte ausgebaucht, bei anderen von durchweg zylindrischer Form. Einige Spezies besitzen einen sehr langen Gehäusestiel, mit dem sie eins an das andere befestigt sind; andere hingegen lassen nur ein ganz kurzes Endspitzchen wahrnehmen. An der Gehäusegestalt und den mehr oder weniger langen Stielen der Becher werden die einzelnen Arten unterschieden. Die häufigsten Spezies sind S. sociale, D. divergens und D. stipitatum. Man findet sie übrigens nicht bloß in Seebecken, sondern auch in flachen, kleinen Teichen.

Fig. 19.
Dinobryon sociale.

In ganz ähnlicher Häufigkeit kommt das gehörnte Kranztierchen (Ceratium hirundinella) vor (Fig. 20). Die Hülle, welche den protoplasmatischen Zellkörper dieses Wesens umgibt, ist ein aus zahlreichen Zelluloseplatten zusammengefügter Panzer. Die Außenseite desselben ist nicht glatt, sondern mit zahlreichen kleinen Vertiefungen versehen, so daß man unterm Mikroskop die Oberfläche eines Fingerhuts zu erblicken meint.

Von diesem Panzer gehen nun mehrere hornähnliche zugespitzte Fortsätze aus, die meist in der Vierzahl vorhanden sind. Man unterscheidet ein Vorder- oder Frontalhorn und drei Endhörner. Von letzteren ist das mittelste stets das größte und das rechte Endhorn ausnahmslos immer länger als das linke (Fig. 20a). Die Farbe des durchschimmernden Panzerinhalts ist gewöhnlich eine grünlich-gelbliche. In den schweizerischen und lombardischen (insubrischen) Seen, deren Plankton ich 1901 selbst näher untersuchte, besitzt Ceratium hirundinella gewöhnlich auch ein rotes Stigma, welches deutlich durch den Panzer hindurch sichtbar ist.*)

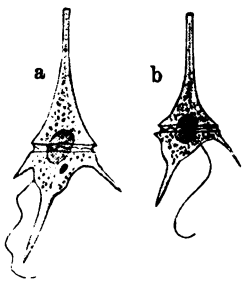



Fig. 20.
Ceratium hirundinella.

An den bei uns in Nord- und Mitteldeutschland einheimischen Vertretern der nämlichen Flagellatengattung habe ich hingegen niemals einen solchen scharf umschriebenen Augenfleck bemerkt. Ceratium hirundinella kommt in zahlreichen Varietäten vor, und fast jedes Seen- oder Teichgebiet hat seine besondere Abart davon. Vielfach fehlt bei diesen Flagellaten das linke Seitenhorn (Fig. 20b) oder es hat sich nur in der Form eines rudimentären Spitzchens erhalten. Je nachdem die Hörner länger oder kürzer sind, erreicht Ceratium eine Länge von 0,40 bis 0,45 mm. Der eigentliche Panzer wird durch eine Ringfurche in eine vordere und hintere Hälfte geteilt. In dieser Furche liegt

*) Das Vorkommen von wirklichen Stigmen bei den Panzerflagellaten ist vielfach bezweifelt worden. Selbst ein sonst so kompetenter Beobachter der Geißelträger, wie es G. Klebs ist, tut derselben keine Erwähnung. Auch auf den schönen Tafeln von F. v. Stein finden wir in den Abbildungen der Ceratien keinen Augenpunkt angedeutet; ebenso ist irgendwelche Bemerkung darüber bei Bütschli zu vermissen. Auch Fr. Schütt übergeht bei der Gattungsdiagnose der Ceratien das Vorkommen von Stigmen bei denselben und sogar bei A. J. Schilling, dem speziellen Bearbeiter der Süßwasserperidineen, ist von diesem Merkmal absolut nicht die Rede. Im Gegenteil sagt dieser Autor direkt folgendes: „Innerhalb der Gattungen Hemidinium, Peridinium und Ceratium sind bisher keine Formen mit Augenflecken bekannt geworden." Nun sind aber solche von mir bestimmt nachgewiesen.

ein langer Geißelfaden, der sich in ununterbrochener welliger Bewegung befindet, wodurch der kleine Hornling befähigt wird, sich mit mäßig schneller Rotation durchs Wasser fortzuschrauben. Die Steuerung dabei übernimmt ein anderer peitschender Faden, der auf der untern Panzerseite aus der sogenannten „Geißelgrube" hervortritt und in diese auch zurückgezogen werden kann. Bei der geringen Leistungsfähigkeit der älteren Mikroskope schien es so, als befinde sich in der Ringfurche ein zusammenhängender Kranz von kleinen Wimpern und von daher schreibt sich die nun nicht mehr zutreffende Bezeichnung „Kranztierchen", welche Ehrenberg für die ganze Gruppe der Panzergeißler nach seinem Geschmack gewählt hatte.

Ceratium hirundinella kommt zuweilen in geradezu ungeheurer Massenhaftigkeit vor. In einem großen flachen Wiesentümpel bei Gera (Reuß) sah im Monat Juli das Wasser ganz getrübt und lehmig aus; als ich es näher untersuchte, konstatierte ich die Anwesenheit zahlreicher Ceratien in jedem Tropfen desselben. In größeren Seen trifft man die nämlichen Panzerflagellaten auch hauptsächlich in den Monaten Juli und August an. Die Fortpflanzung vollzieht sich während der heißen Jahreszeit ausschließlich durch den Vorgang einer schief zur Körperachse gerichteten Querteilung, wogegen im Herbst Dauerzysten gebildet werden, welche überwintern.

Auf S. 50 dieser Schrift wies ich bereits darauf hin, daß bei gewissen Krebstieren jahreszeitliche Gestaltsveränderungen vorkommen, aber für dieselbe Erscheinung liefert andererseits auch Ceratium ein Beispiel. So fand ich hinsichtlich des Großen Plöner Sees (1893), daß die zuerst (im März) darin auftretenden Exemplare von Ceratium schlank und mit zwei Endhörnern versehen waren. Gegen den Hochsommer hin bemerkte ich aber eine Verkürzung und Breitenzunahme des Panzers an ihnen, womit gleichzeitig die Ausbildung eines winzigen linken Hinterhorns Hand in Hand ging. Im September erschienen diese Exemplare mit vollständig ausgebildetem linken Hinterhorn, so daß es von da ab fast nur noch vierhörnige Ceratien im See gab. In den Altwässern des Rheins hat Lauterborn jedoch die vollständig umgekehrte Folge in der Gestaltveränderung bei der nämlichen Spezies beobachtet, so daß dort die vierhörnigen Exemplare im Frühjahr zuerst erschienen, um später (Juli) von den nur drei Hörner besitzenden schlanken abgelöst zu

werden. Jedenfalls geht aber aus beiden Befunden hervor, daß deutliche an den Eintritt einer bestimmten Jahreszeit gebundene Variationen bei der genannten Flagellatenform wirklich stattfinden.

Ein fast nie fehlender Bestandteil des Sommerplanktons in Seen und größeren Teichen sind die kugeligen Kolonien von Uroglena volvox (Fig. 21), welche schon bei mäßiger Vergrößerung eine Zusammensetzung aus Hunderten von Einzelwesen (Monaden) erkennen lassen. Jedes derselben ist von birnförmiger Gestalt, besitzt zwei goldgelbe Farbstoffplatten und dazu einen hochroten Augenpunkt. Alle Individuen stecken in der Oberflächenschicht einer Gallertkugel und vom Zentrum dieser geht ein dichotomisch verzweigtes System von zarten Strängen aus, deren letzte Ausläufer mit je einer der Monaden in Verbindung treten. Ich habe dieses Gerüstwerk mittels Lebendfärbung schon 1895 nachgewiesen, indem ich die Uroglena-Stöcke stundenlang in einer dünnen Lösung von Methylenblau hielt. Trotzdem ist noch immer in manchen Lehrbüchern zu lesen, daß die Einzelwesen von Uroglena „ohne direkten Zusammenhang an der Peripherie einer Gallertkugel stehen". Es wird Zeit, daß solche falsche Angaben ausgemerzt werden. Ich habe seinerzeit auch bekannt gemacht, daß die Uroglena-Stöcke sich durch Teilung der größeren Kugeln vermehren, und daß dieser Prozeß mit einer entsprechenden Halbierung des im Innern der Mutterkolonie befindlichen Gerüstwerks verbunden ist. In Engler und Prantls bekanntem Werke („Die natürlichen Pflanzenfamilien', I. Teil, 1900) ist von diesen neuerlichen Feststellungen erfreulicherweise Notiz genommen worden.

Fig. 21.
Uroglena volvox.

Da jede Monade von Uroglena mit je zwei Geißelfäden (einem längeren und einem kürzeren) ausgestattet ist, welche Ruderbewegungen ausführen, die im gleichen Sinne erfolgen, so ist es möglich, daß die Gallertkugeln mit ziemlicher Geschwindigkeit durch das Wasser rollen. Ehrenberg erfand deshalb für diese zierlichen Flagellatenkolonien den Namen „Wälzendes Strahlenauge", womit vermutlich der Eindruck wiedergegeben werden sollte, den die Hunderte von goldgelben, glänzenden Punkten, mit denen die Uroglena-Kugel übersät ist, auf den

naiven Beschauer machen. Dieser wird tatsächlich bei ihrem Anblick an Sehorgane erinnert werden, zumal da die roten Stigmen sich wie ebensoviele winzige Pupillen ausnehmen. Der Durchmesser der größeren Uroglena-Stöcke beträgt 0,20 bis 0,30 mm.

Zwischen diesen goldig schimmernden Kugeln trifft man öfters auch völlig blasse von fast gleicher Größe an, die aber nicht zu den Chrysomonadinen (wie Uroglena), sondern zu den Protomastiginen oder Urgeißlern im System gehören. Diese Kugeln bestehen aus durchsichtiger Gallerte und die zelligen Individuen, welche die Form eines kleinen Rettichs haben, sind ihr eingelagert und besitzen hinten eine stielartige Verlängerung. Vorn tragen sie einen kragenähnlichen Fortsatz, aus dem die ziemlich lange Geißel hervorragt. Diese Gattung (Sphaeroeca) ist niemals sehr häufig vertreten, aber sie ist trotzdem eine regelmäßige Erscheinung im See- und Teichplankton.

Eine dritte Flagellatenform, die unsere stehenden Gewässer belebt, ist die in Fig. 22 abgebildete Synura uvella. Sie kommt namentlich zahlreich planktonisch in Torfstümpeln vor. Die kürbiskernförmigen Individuen, welche sich zu kugeligen Kolonien vereinigen, sind von einer häutigen Hülle umgeben, die mit zahlreichen kleinen Stacheln oder Borsten besetzt ist. Jede Einzelzelle ist mit zwei Geißeln ausgerüstet, welche so lang sind, wie sie selbst. Mit Hilfe dieser Fäden können die Kugeln, welche eine dunkelgelbe Färbung besitzen, sehr rasch durchs Wasser eilen. Jedes Individuum schließt zwei Chromatophoren in sich und trägt einen Augenfleck; statt des letzteren können aber auch zahlreiche, zerstreut beieinander liegende winzige Körperchen von roter Färbung vorhanden sein. Ehrenberg bezeichnet dieses Wesen als „traubenartige Strahlenkugel". Er entdeckte sie zuerst in Gewässern bei Berlin (Tiergarten).

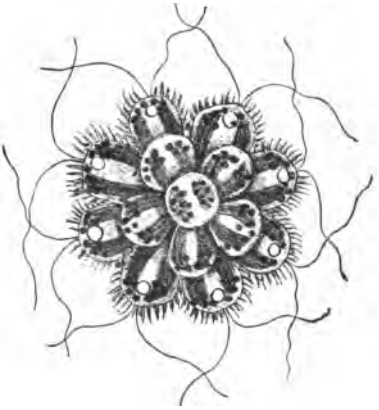


Fig. 22. Synura uvella.

Recht sonderbare Wesen sind auch die sogenannten **Pelzmonaden**, welche in Gestalt von Mallomonas acaroides (Fig. 23) zu manchen Zeiten häufig im Plankton gefunden werden. Sie sind von ovaler oder von mehr länglicher Form, besitzen eine netzartig strukturierte Hülle, die aus runden Plättchen besteht, von denen steife, verkieselte, bogenförmig abstehende Borsten ausgehen. Unterm Mikroskop angeschaut, sehen diese Flagellaten wie winzige Milben aus, was ja auch in dem Spezіesnamen zum Ausdruck gebracht wird. Im Innern des protoplasmatischen Körpers liegen zwei Chromatophoren. Ein Augenfleck ist nicht zu bemerken; dagegen befinden sich mehrere kontraktile Bläschen im Hinterende. Vom Vorderende geht eine lange Geißel aus, mit der das kleine Wesen langsame Bewegungen ausführt, um sich im Wasser vom Orte zu bewegen. Seine Länge beträgt nur 50—70 Tausendteile eines Millimeters; die Breite 8—16 solcher winziger Maßeinheiten, für die man — um dies hier gleich mit zu erwähnen — die Bezeichnung $\mu$ (d. h. den griechischen Buchstaben m) eingeführt hat. In der gesamten biologischen Literatur hat dieses $\mu$ stets die gleiche Bedeutung. Um sich bei der mikroskopischen Betrachtung die Kieselborsten der Mallomonaden möglichst scharf zur Anschauung zu bringen, läßt man eine kleine Portion Plankton, welches solche Flagellaten enthält, auf dem Objektträger eintrocknen. Dann treten die betreffenden Anhängsel erheblich deutlicher hervor, als wenn sie mit Wasser benetzt sind. Zweifellos haben wir es in diesen borstenartigen Körperfortsätzen ebenfalls mit Apparaten zu tun, welche die Schwebfähigkeit dieser Planktonten erhöhen.

Fig. 23. Mallomonas acaroides.

---

Es sind hier nur einige von den Geißelwesen der planktonischen Organismengesellschaft hervorgehoben und beschrieben worden; aber es gibt außerdem noch sehr zahlreiche andere Arten derselben, die zuweilen so massenhaft auftreten, daß sie dem Wasser durch ihre enorme Menge eine schon von weitem her sichtbare Färbung verleihen. In dieser Hinsicht ist vor allen übrigen Volvox minor, das bekannte „Kugeltierchen" zu erwähnen, welches durch sein leuchtend grünes Aussehen und

seine Größe zu einer ziemlich auffälligen Erscheinung gestempelt wird. Dasselbe gilt von der etwas größeren, nahe verwandten Spezies V. globator.

Im Sommer 1904 hatte ich zufällig Gelegenheit, eine geradezu riesige Entfaltung von Volvox minor und Volvox globator im Pfaffenteiche zu Schwerin i. M. zu beobachten, und ich gebe im nachstehenden einen kurzen Bericht über die Einzelnheiten dieses biologisch interessanten Vorkommnisses. Jener Teich, der mitten in der genannten Residenzstadt gelegen ist, stellt ein langgestrecktes Becken von 750 m Länge, 200 m Breite vor, welches eine durchschnittliche Tiefe von 4,5—5,0 m besitzt. Die mikroskopische Untersuchung des mit einem Gazenetze aufgefischten Planktons ergab, daß dasselbe zum weitaus größten Teile aus Kolonien der erwähnten beiden Volvox-Arten bestand. Krustazeen waren nur in mäßiger Menge dazwischen zu bemerken. Nachdem ich nun mit Hilfe eines geeichten Schöpfers 25 l Wasser von der Oberfläche des Teiches entnommen und durch einen Gazefilter geseiht hatte, beschloß ich, durch Zählung festzustellen, wie viele Volvox-Kugeln wohl in dieser Flüssigkeitsmenge enthalten seien. Es ergaben sich auf diesem Wege einer quantitativen Untersuchung 17000 Kolonien, d. h. 680 Stück für das Liter. Das war mittags zwischen 12 bis 1 Uhr. Am Abend desselben Tages um 9 Uhr wiederholte ich dieses Wasserschöpfen und seihte abermals 25 l durch. Auch deren Gehalt an Volvox wurde der Zählung unterworfen und es ließ sich konstatieren, daß nur 7000 Kolonien darin vorhanden waren, d. h. also nur 240 Kolonien pro Liter. Nun wiederholte ich dieselbe Prozedur am folgenden Tage morgens um 9 Uhr und erzielte bei dem gleichen Ermittlungsverfahren 13000 Stück Kolonien, also eine Ziffer, welche derjenigen, die sich tags zuvor mittags ergeben hatte, ziemlich nahesteht, wogegen das abendliche Ergebnis aber erheblich von den beiden Tagesresultaten abweicht.

Hieraus ergibt sich die Tatsache, daß die reichliche Hälfte der Volvox-Kolonien, welche am Tage direkt an der Oberfläche zu flottieren und zu assimilieren pflegen, bei Einbruch der Nacht langsam tiefer hinabsinken und von dort bei Wiederkehr des Tageslichtes alsbald emporsteigen, d. h. sie sind positiv heliotropisch, wie auch längst durch direkte Experimente im Laboratorium festgestellt worden ist. Interessant ist es aber

immerhin zu wissen, in welchem Maßstabe diese Kugeltierchen auf die Einwirkung von Licht und Dunkelheit reagiren. Bei näherer Nachforschung ergab sich auch noch das weitere bemerkenswerte Faktum, daß die bei Nacht an der Oberfläche flottierend bleibenden Kolonien zu allermeist jüngere und noch nicht in Fortpflanzung begriffene waren, wenn sie auch schon die Anlage der Tochterkolonien in ihrem Innern zeigten. Hiernach scheint es so, daß sich die jüngeren Volvox-Kugeln gegen die Einwirkung der Dunkelheit indifferent verhalten, wogegen die mit Dauersporen oder Tochterkolonien trächtigen Stöcke beim Aufhören der Assimilationstätigkeit infolge Lichtmangels ehebaldigst den tieferen Wasserschichten zustreben. Mindestens verhält sich die große Mehrzahl in solcher Weise; eine gewisse Minorität freilich, die ebenfalls in vorgeschrittener Fortpflanzung begriffen ist, bleibt trotzdem in nächster Nähe der Oberfläche schweben und nimmt nicht teil an der Tiefenwanderung. Es verhält sich mit diesen grünen Flagellaten also umgekehrt wie mit den Planktonkrebsen, die, wie wir sahen (vgl. V. Kapitel) nachts zahlreich zur Oberfläche emporsteigen, wogegen die Volvox-Kugeln mit sinkender Sonne in die Tiefe hinabtauchen und erst am nächsten Morgen wieder in der Nähe des Wasserspiegels sichtbar werden.

Im Anschluß hieran sei noch mitgeteilt, daß auch noch eine Anzahl anderer Flagellatenspezies an der Komposition des Planktons teilnehmen, aber doch niemals in solcher Massenhaftigkeit auftreten, wie die oben namhaft gemachten Arten. Ich begnüge mich damit, sie hier aufzuzählen. Es sind die folgenden: Eudorina elegans, Pandorina morum, Peridinium tabulatum, Gymnodinium fuscum und Glenodinium acutum.

---

## XI. Planktonische Wurzelfüßer (Rhizopoden) und Infusorien.

Die bunte Mannigfaltigkeit der das Plankton zusammensetzenden Organismen ist mit Aufzählung der zahlreichen Arten von Krustazeen, Rotatorien und Flagellaten noch keineswegs erschöpft, sondern wir begegnen in unseren Fängen auch noch

einer Menge anderer mikroskopischer Wesen, von denen sich einige durch einen sehr merkwürdigen Habitus auszeichnen und dadurch dem Gedächtnis des Beobachters unauslöschlich sich einprägen. Da begegnen uns zuweilen planktonische Wurzelfüßer in größter Anzahl. Als solche sind uns bis jetzt ein halbes Dutzend Arten bekannt geworden, nämlich die folgenden: Chrysamoeba radians, Cyphoderia ampulla, Difflugia hydrostatica, Actinophrys sol, Acanthocystis turfacea, Acanthocystis lemani und Raphidiophrys pallida.

Chrysamoeba ist ein sehr kleines Wesen, welches zahlreiche Protoplasmafortsätze (Pseudopodien) ausstreckt und im Innern seines Zellkörpers außer dem Kern auch noch zwei gelbe Chromatophoren trägt. Dazu besitzt es eine Geißel, die langsame Schwingungen macht. Im Großen Plöner See kommt diese Art zuweilen (im Hochsommer) sehr zahlreich vor; doch erscheint sie nicht jedes Jahr mit gleicher Häufigkeit.

Cyphoderia ampulla gehört zu den schalentragenden Wurzelfüßern. Ihr Gehäuse ist sehr zart, durchschimmernd und mit sechseckigen Felderchen ausgestattet; sie tritt meist nur sporadisch auf, kommt aber doch so konstant im Sommerplankton vor, daß man sie wohl mit zum Plankton rechnen muß. Auch legitimiert sie sich durch ihr dünnwandiges Gehäuse als Schwebform.

Difflugia hydrostatica kommt in manchen Jahren massenhaft und in anderen wieder gar nicht vor; sie ist aber in norddeutschen und schweizerischen Seen, sowie in amerikanischen Süßwässern von verschiedenen Beobachtern als unzweifelhafter Planktont nachgewiesen worden. Ihr Gehäuse ist sehr klein und hat einen kragenartigen Fortsatz. Zwischen dem Tiere und der oberen (inneren) Schalenkuppel befindet sich ein lufterfüllter Raum, welcher dem kleinen Geschöpf das andauernde Schweben in den oberen Wasserschichten ermöglicht. Nach meinen Beobachtungen dieser Difflugia im Großen Plöner See erscheint dieselbe meist in großer Menge, erreicht binnen einigen Tagen ihr Maximum und verschwindet ebenso schnell wie sie gekommen ist.

Actinophrys sol gehört der Ordnung der Heliozoeen oder Sonnentierchen an. Es ist ein kugeliges Wesen, von dessen Oberfläche zahlreiche steife Pseudopodien ausstrahlen und dessen innere Körpermasse mit vielen Hohlräumen durchsetzt ist. Es

nährt sich von einzelligen schwebenden Algen und ist sehr gefräßig. Nach Apstein findet es sich oft massenhaft im Plankton.

Acanthocystis turfacea ist ziemlich groß (100 bis 150 $\mu$ im Durchmesser) und mit zwei Sorten von gegabelten Stacheln versehen, welche den kugeligen Körper dicht umhüllen, und jeder Stachel sitzt mit einem besonderen Fußplättchen der Oberfläche des Tierchens auf. Ich habe diese Form zwar immer nur sporadisch, aber doch regelmäßig während des Sommers im Plankton vorgefunden.

Acanthocystis lemani (Fig. 24) wurde von dem schweizerischen Forscher Penard zuerst im Genfer See entdeckt und demgemäß benannt. Sie kommt aber auch, wie ich zuerst nachwies, sehr zahlreich in den norddeutschen Seebecken vor, besitzt hier aber nur eine sehr mäßige Größe (30—35 $\mu$). Ihre Oberfläche ist über und über mit kurzen, trompetenförmigen Gebilden besetzt, zwischen denen lange, hohle Radialstacheln hervorragen. Beiderlei Elemente der Körperbedeckung sind stark kieselhaltig.

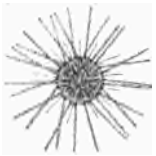


Fig. 24. Acanthocystis lemani.

Raphidiophrys pallida kommt meist in traubigen Anhäufungen (Kolonien) vor und ist gewöhnlich eine Herbsterscheinung im Plankton. Die kugeligen Einzelwesen hängen durch Verbindungsstränge zusammen und sind mit tangential zur Oberfläche gestellten, beiderseits zugespitzten Kieselnadeln umhüllt. Manche dieser Kolonien besteht aus 20—30 Individuen, von denen jedes einen Durchmesser von 80 $\mu$ hat.

Aus der Infusorienklasse kommen hauptsächlich folgende Spezies planktonisch und fast durchweg in großen Mengen vor: Codonella lacustris, Tintinnidium fluviatile, Ophryoglena cypraea, Epistylis rotans, Dileptus trachelioides und Staurophrya elegans.

Codonella lacustris steckt in einem spitzkugelähnlich geformten Gehäuse, aus dem nur der vordere Teil des Tieres und der Wimperbüschel hervorragt. Die Außenseite der sehr widerstandsfähigen Hülle, durch welche Codonella geschützt ist, erweist sich als mit kleinsten Quarzkörnchen und Diatomeensplittern tapeziert. Diese Art tritt oft in erstaunlich großer Anzahl auf und fehlt wohl kaum in irgend einem größeren See.

Tintinnidium fluviatile gehört mit zu derselben

Gruppe, besitzt aber im Gegensatz zu Codonella ein sehr zartes, notdürftig mit Fremdkörpern beklebtes Gehäuse, dessen Konturen im Wasser schwer wahrzunehmen sind. Es kommt zuweilen zahlreich vor, aber doch nicht in demselben Maße wie die vorige Art.

Ophryoglena cypraea ist eine neue, von mir zuerst für das Plankton bekannt gemachte Infusorienspezies, welche die äußere Form der Schale einer kleinen Porzellanschnecke besitzt, wobei der Mundschlitz des Infusoriums der spaltförmigen Öffnung des Schneckengehäuses entspricht. Diese Ophryoglena ist eine Frühjahrsform in den holsteinischen Seebecken und gehört zu den größeren infusoriellen Lebensformen des Planktons.

Epistylis rotans ist eine der zierlichsten Schwebformen, die man sehen kann. Wie ein reich mit blassen Blumenknospen besetzter Stengel gleitet eine solche Epistylis-Kolonie durchs Wasser, indem sie sich dabei um ihre eigene Achse dreht. Diese Spezies wurde zuerst in den Teichen Böhmens entdeckt; sie war jedoch auch vorher schon aus den norddeutschen Seen bekannt, aber noch nicht getauft und näher beschrieben worden.

Eine Dileptus-Art, die sich durch einen langen rüsselförmigen Fortsatz am Vorderende ihres ellipsoidischen Leibes auszeichnet (wodurch sie der Gattung Trachelius ähnlich wird), habe ich seinerzeit auch als planktonisch vorkommend angezeigt und D. trachelioides benannt. Es ist ein häufiges, während des ganzen Sommers als Mitglied der Schwebfauna auftretendes Infusorium.

Eins der allermerkwürdigsten planktonischen Wesen ist aber die zuerst (1892) im Großen Plöner See von mir entdeckte freischwebende Staurophrya elegans, welche zu den Sauginfusorien (Suctoria) gehört, und die sich dadurch von allen übrigen Vertretern ihrer Sippschaft unterscheidet, daß sie nicht — wie diese — mit einem Stiel auf einer Unterlage festsitzt, sondern daß sie völlig losgelöst und frei sich von den Wellen schaukeln und forttreiben läßt. Dieses interessante Tier ist nach dem Schema einer vierseitigen Doppelpyramide gebaut, d. h. es besitzt drei Kreuzachsen, deren Endpunkte mit sechs zapfenartigen Hervorwölbungen zusammenfallen, welche von dem eigentlichen Infusorienkörper stereometrisch regelrecht ausgehen. Diese Polster sind die Träger zahlreicher Saugröhren (Tentakel), wovon jede an ihrem Ende ein kleines Knöpfchen trägt. Diese Organula

können weit ins Wasser hinausgestreckt und auch langsam wieder zurückgezogen werden, falls das Tier ein kleines Beuteobjekt heranholen will. Diese langen, dünnen Arme gehen in großer Anzahl von jedem Polster aus und man hat den Eindruck, als seien lange, feine Nadeln in ein winziges Kissen gesteckt worden. Mit diesen Saugwerkzeugen lauert die Staurophrya auf Nahrung, welche der Zufall ihr nahe bringt und sobald ein Planktonwesen kleinster Art mit den Tentakelknöpfchen in Berührung kommt, bleibt es dort hängen und wird bis auf die letzte Spur seines Körperinhalts ausgesogen. Dieses prächtig aussehende, aber raubgierige Infusorium kommt, meiner bisherigen Erfahrung nach, nur während der Monate April und Mai im Plankton vor; dann verschwindet es und läßt sich erst im nächsten Jahre zum gleichen Zeitpunkte wieder blicken.

Es ginge über den Rahmen dieses kleinen Buches hinaus, wenn alle jene Planktonwesen, die im obigen aufgeführt worden sind, durch Beigabe von Abbildungen veranschaulicht werden sollten. Es muß deshalb denjenigen Lesern, welche das Studium der Hydrobiologie und Planktonkunde eingehender betreiben wollen, anheimgestellt werden, sich unter Zuhilfenahme von Spezialwerken diejenigen Kenntnisse anzueignen, welche zu einem umfassenderen Verständnis des ganzen Gebiets erforderlich sind. Und da empfehle ich solchen, die sich genauer zu informieren beabsichtigen, in erster Linie das ältere, aber vortreffliche Werk von M. Perty (Zur Kenntnis kleinster Lebensformen, 1852). Es enthält zahlreiche Tafeln mit einer Fülle von farbigen Figuren. Ferner wäre zu benutzen: F. Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers (I, Protozoa) und auch B. Eyferths Naturgeschichte der mikroskopischen Süßwasserbewohner, umgearbeitet (1900) von W. Schönichen und A. Kalberlah. Außerdem vielleicht noch K. Lamperts treffliches Buch (Das Leben der Binnengewässer, 1899) und die von mir selbst herausgegebene zweibändige Einführung in die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers, 1891. Alle diese Bücher machen den Leser mit einem großen Tatsachenmaterial bekannt und sind reich an Tafeln und Textillustrationen.

# XII. Die planktonischen Pflanzenformen.

Haben wir uns bisher vorwiegend nur mit den Tieren des Planktons und denjenigen Lebensformen beschäftigt, welche auf der Grenzscheide zwischen dem Tier- und Pflanzenreiche (Kap. X) stehen, so soll nun dieser Abschnitt den eigentlichen Mikrophyten oder Kleinpflanzen gewidmet sein, welche das rein vegetabilische Plankton bilden. Die allgemeine Bezeichnung für diese auf einer niedrigen Stufe der Entwicklung stehenden pflanzlichen Wesen ist der Name „Algen". Man spricht demgemäß von Bazillariazeen (oder Stabalgen), von Chlorophyzeen (oder Grünalgen) und von Cyanophyzeen (oder Blaualgen).

### A. Bazillariazeen (Diatomeen).

Diese Algengruppe spielt im Plankton unserer großen Binnenseen eine sehr bedeutende Rolle. Jedes Individuum besteht hier nur aus einer mikroskopischen organischen Einheit (Zelle) und die den eigentlich lebendigen Inhalt derselben umschließende Haut ist von Kieselsäure durchdrungen, so daß sie einen festen Panzer darstellt. Der letztere hat aber die sonst im gesamten Pflanzenreiche nicht wiederzufindende Eigenschaft, sich aus zwei wie Schachtelboden und Schachteldeckel übereinander greifenden Hälften zusammenzusetzen; dabei ist er auch meist durch rippenartige Verdickungen, die einen zierlichen Anblick gewähren, widerstandsfähiger gemacht. Im Innern der Zellen sind immer gold- oder braungelbe Chromatophoren enthalten, deren Anzahl, Form und Anordnung für manche Arten charakteristisch sind. Der Farbstoff selbst besteht aus Chlorophyll (Blattgrün), welches jedoch durch einen andern (gelben), den man Diatomin nennt, fast völlig verdeckt wird.

Von den Plankton-Bazillariazeen ist Asterionella gracillima (Fig. 25) eine der bekanntesten Spezies. Die Einzelwesen sind in sternförmigen Verbänden angeordnet und gewähren bei stärkerer Vergrößerung (100- bis 150facher) einen ganz reizenden Anblick. Jeder Strahl eines solchen Sternes hat eine Länge von 75 bis 100 $\mu$ und ist oben mit einer kleineren und unten mit einer größeren köpfchenartigen Anschwellung versehen.

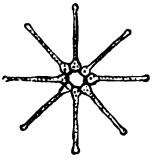


Fig. 25.
Asterionella formosa.

Das obere Köpfchen ist stets mit einer geringen Einschnürung von dem Strahle, der sich nach dem freien Ende zu verjüngt, abgesetzt. Fehlt diese Einschnürung, so haben wir Asterionella formosa vor uns, die ebenfalls zu den Schwebformen gehört, aber meist nur in flacheren Gewässern vorkommt. Bei dieser letzteren Spezies berühren sich die Individuen im Zentrum auch längs einer kurzen Linie, wogegen sie dies bei A. gracillima bloß in einem einzigen Punkte tun. Die Winkel, welche die schlanken Speichen miteinander bilden, sind nicht immer gleich; sie schwanken zwischen 45 und 60 Grad. Oft kommt es bei üppigerer Vermehrung der Individuen auch zu Kettenbildung, indem der Verband nicht mit 7 bis 8 Strahlen abschließt, sondern unter Innehaltung eines Schraubengangs einen zweiten Stern zur Formation bringt.

Diese Sterne haben ein ausgezeichnetes Schwebvermögen, welches noch dadurch verstärkt wird, daß sich zwischen den einzelnen Speichen zarte Schleimmembranen bilden, etwa so wie ein dünner Seidenstoff über die gebogenen Stäbe eines Sonnenschirmes gespannt wird. M. Voigt machte im Laboratorium der Plöner Station diese Ausscheidungen seinerzeit durch Färbung mit Karbolfuchsin sichtbar und lieferte auf diese Weise einen schönen Beitrag zur Biologie der in Rede stehenden Plankton-Wesen. Der Nachweis der vorhandenen Membranen gelingt aber nur an völlig frischem und lebenskräftigem Material. Ein passender deutscher Name für Asterionella würde sich ungesucht in der Bezeichnung „Sternalge" darbieten, der tatsächlich auch schon von einigen Forschern akzeptiert worden ist.

Eine andere häufig auftretende Bazillariazee ist die sogenannte Kammalge (Fragilaria crotonensis). Die Ähnlichkeit mit einem Kamm entsteht durch die Aneinanderreihung der schmalen Individuen zu einem Verbande, wobei dieselben (Fig. 26) in der Mitte fest verbunden bleiben, während ihre verschmälerten Enden wie die Zinken eines Kammes frei hervorragen und auch so wie diese in kleinen Abständen aufeinander folgen. Es gehen nicht selten 150 bis 180 Individuen in einen solchen Verband ein.

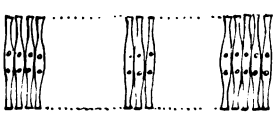


Fig. 26. Fragilaria crotonensis.

Diese staubkammähnlichen Bänder sind gewöhnlich völlig

ebene Gebilde; doch kommen in manchen Seen auch solche dazwischen vor, welche in einer halben Windung spiralig um ihre Längsachse gedreht sind. Die Individuen sind gewöhnlich 3 bis 6 $\mu$ breit und 60 bis 160 $\mu$ lang. Man unterscheidet also schmale, mittelbreite und sehr breite Fragilaria-Bänder. Um ein recht deutliches Bild von denselben zu erhalten, läßt man Plankton, worin sie enthalten sind, auf dem Objektträger eintrocknen. Ein derartiges Präparat unterm Mikroskop angesehen nimmt sich sehr zierlich aus und läßt zuweilen auch das irisierende Farbenspiel dünner Blättchen wahrnehmen.

Durchmustert man Asterionella- oder Fragilaria-Plankton recht genau, so sieht man nicht selten ganz kleine Organismen auf demselben sitzen, die zu den Kragenmonaden (Diplosiga) gehören. Ihr winziger, birnförmiger Leib trägt nämlich vorn einen durchsichtigen Fortsatz und innerhalb dieses steht ein zylindrisches Rohr, aus dessen Mündung eine lange Wimper hervorragt, welche schlagende Bewegungen ausführt. Auf einem einzigen Asterionella-Stern zählte ich manchmal 20 bis 30 solcher Flagellaten. An Fragilaria kommt dieselbe Art vor, aber niemals in solcher Anzahl wie auf der erstgenannten Bazillariazee.

Der Sternalge äußerst ähnlich, aber nicht so allgemein in den Seen verbreitet, ist Tabellaria asterionelloides (Fig. 27), die bisher nur aus einigen schweizerischen und amerikanischen Gewässern bekannt war. Ich habe sie inzwischen aber auch in einer größeren Anzahl norddeutscher Seen vorgefunden. Am zahlreichsten ist sie wohl im Züricher See anwesend, wo sie zuweilen die vorherrschendste Form im sommerlichen Plankton bildet. Während der wärmeren Sommermonate sieht man von dieser Bazillariazee nur sternförmige Verbände; mit Eintritt der kühlen Jahreszeit treten aber auch solche von Kettenform auf. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Individuen wird, wie die genaue Untersuchung lehrt, durch Gallerttröpfchen bewirkt, die von der Alge selbst zur richtigen Zeit ausgeschieden werden. In unserer Figur 27 sind die beiderseitigen Ausbuchtungen des Kieselpanzers (Frustel) etwas zu stark gezeichnet; man muß sie sich etwas weniger akzentuiert vorstellen.

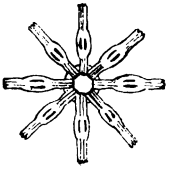


Fig. 27.
Tabellaria asterionelloides.

In fast jedem Plankton kommen auch Cyklotellen

(Scheibenalgen) vor, welche kreisrunde Miniaturschächtelchen darstellen, deren Deckel und Boden eine aus Strahlen (Rippen) und Punkten komponierte Zeichnung besitzen (Fig. 28). Von oben her gesehen erscheinen diese Bazillariazeen kreisrund, in der Seitenansicht aber rechteckig. Es gibt zahlreiche Arten von Cyclotella, wovon die größten einen Durchmesser von 40—50 μ haben. Besonders hervorzuheben ist auch noch die Gattung Melosira, deren Vertreter aus gegliederten, steifen Fäden bestehen, die meist schwach gebogen sind. In den holsteinischen Seen machen sie in den Monaten März und April gewöhnlich die Hauptmasse des Planktons aus.

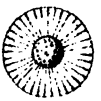


Fig. 28. Cyclotella comta, var. radiosa.

Fig. 29. Melosira granulata.

Eine der bekanntesten Spezies dieses Genus ist Melosira granulata, die in beistehender Fig. 29 zur Anschauung gebracht wird. Die als Individuen zu betrachtenden Glieder eines solchen Fadens gleichen einer hohen zylindrischen Schachtel (etwa einem Fernrohr-Futteral), stellen sich quer und bleiben mit den Schalenseiten aneinander haften.

Mitunter kommen im pflanzlichen Plankton auch lange, nadelförmige Bazillariazeen (Fig. 30) vor, welche zu gewissen Zeiten sich stark vermehren und dann in jedem mikroskopischen Präparate, welches man aus den betreffenden Fängen herstellt,



Fig. 30. Synedra delicatissima.

in Menge zu finden sind. Es handelt sich da um Repräsentanten der Gattung Synedra und in jenen Nadeln speziell um S. delicatissima.

Dieses Planktonwesen erreicht in manchen Seen eine Länge von 400—450 μ, also nahezu die Größe eines halben Millimeters. Bei der Mehrzahl der planktonischen Bazillariazeen hat die Natur Vorkehrungen getroffen, um deren Schwebfähigkeit zu steigern. Da die pflanzlichen Organismen, welche an der Komposition des Planktons teilnehmen, keinerlei Werkzeuge

besitzen, mit denen sie aktive Schwimmbewegungen ausführen und sich durch diese vor dem verderblichen Untersinken bewahren können, so mußte derselbe „Zweck" auf andere Weise erreicht werden und das geschah auf verschiedenen Wegen. Reichliche Fettabscheidung im Zellkörper der im freien Wasser flottierenden Bazillariazeen wirkt schon kräftig als Auftriebsmittel; nicht minder aber hat der Zusammenschluß zahlreicher Einzelwesen, wie er in den Verbänden von Fragilaria crotonensis, Asterionella, Tabellaria etc. vorliegt, eine beträchtliche Oberflächenvergrößerung zur Folge, die einen Widerstand gegen das Sinken gewährt. Eine Wirkung ganz derselben Art üben auch die borstenartigen Fortsätze aus, welche von den Panzern mancher Bazillariazeen ausgehen und ihnen meist ein eigenartiges Aussehen verleihen. Dies letztere ist z. B. der Fall bei zwei ganz typischen Schwebpflänzchen des Süßwassers, welche im Jahre 1890 von mir entdeckt wurden.

In Fig. 31 sehen wir Attheya zachariasi, die eine von diesen beiden neuen Formen. Ihr Panzer ist von abgeplatteter Gestalt und sehr dünnwandig; seine Länge ist 100 $\mu$ bei einer Breite von 20 und einer Höhe von 5—6 $\mu$. Hinten und vorn ist derselbe bogenförmig ausgeschnitten, so daß vier zipfelartige Fortsätze entstehen, welche in die etwa 70 $\mu$ langen Borsten auslaufen. An Trockenpräparaten erkennt man, daß sich zwischen die beiden beborsteten Panzerhälften jederseits eine Reihe von Gürtelbändern einschiebt, die nach Art einer Verzahnung von hüben und drüben ineinandergreifen. Die Chromatophoren sind in obiger Figur nicht mitgezeichnet. Dieselben sind von goldgelber Farbe und zu vieren um den in der Mitte liegenden Zellkern gruppiert. Im Protoplasma der Attheya sind stets auch noch einige kleine Fettropfen vorhanden.

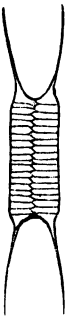


Fig. 31. Attheya zachariasi.

Fig. 32 stellt Rhizosolenia longiseta dar. Der Panzer ist bei derselben gleichfalls etwas abgeplattet und daher kommt

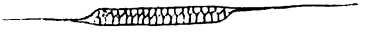


Fig. 32. Rhizosolenia longiseta.

es, daß die Breite der Exemplare, je nachdem man sie von der einen oder der andern Seite sieht, zwischen 4 und 6 $\mu$ schwankt.

Im übrigen ist die Gestalt der Zelle in der Figur wiedergegeben. An beiden Enden ist dieselbe zugespitzt und jederseits mit einer langen (anscheinend hohlen) Borste versehen, die sich unmeßbar fein nach oben zu verdünnt. Beide Borsten sind von annähernd gleicher Länge (110—130 $\mu$), doch habe ich auch mehrfach Verschiedenheiten in dieser Hinsicht beobachtet. Dasselbe gilt von der eigentlichen Zelle, welche durchschnittlich 150 $\mu$ lang ist. Der Panzer von Rhizosolenia zeigt ein ähnliches Ineinandergreifen der Gürtelbandzungen (Fig. 32), wie wir dies bei Attheya antrafen. Bei letzterer ist diese Struktur jedoch weit deutlicher wahrzunehmen, als hier, wo wir eine sehr intensive und seitlich einfallende Beleuchtung (bei entsprechender Tiefstellung des Spiegels) anwenden müssen, um die Felderung mit voller Schärfe zu erkennen.

Das Überraschende obiger beider Funde liegt darin, daß wir es dabei mit zwei Gattungen zu tun haben, die sonst nur im Meere vertreten sind. Daß solche interessante Wesen so lange unentdeckt bleiben konnten, kommt wohl daher, daß sie äußerst durchsichtig sind und daß ihre zarten Konturen für gewöhnlich nicht deutlich genug im Gesichtsfeld des Mikroskops hervortreten.

Mit Rhizosolenia longiseta nahe verwandt ist die gleichfalls im Süßwasser vorkommende Rhizosolenia eriensis (Fig. 35, 4), von der ich aber nur die Varietät comensis (aus dem Comer See) durch eigene Anschauung kenne. Bei dieser ist die Zelle viel breiter (15—18 $\mu$), während sie in der Länge (70 $\mu$) etwa mit longiseta übereinstimmt. Dagegen sind die Endborsten von comensis (Fig. 33) bei weitem kürzer, als bei jener Spezies, nämlich nur 35—40 $\mu$ lang.

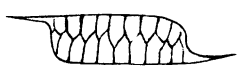


Fig. 33. Rhizosolenia comensis.

Die Fortpflanzung von Attheya sowohl wie von Rhizosolenia geschieht den ganzen Sommer über durch einen bisher noch nicht spezieller untersuchten Teilungsvorgang. Im Herbste jedoch kommt es bei beiden zur Ausbildung von Sporen, von denen im Frühjahr die Entwicklung der neuen Generation ausgeht. Attheya ist übrigens eine ausgesprochene Sommerform, wogegen ich Rhizosolenia wiederholt auch in Seebecken angetroffen habe, die nahe am Zufrieren waren.

### B. Chlorophyzeen (Grünalgen).

Für das Plankton kommen nur wenige Formen aus dieser Abteilung in Frage; im allgemeinen bloß Scenedesmus quadricauda (Fig. 34), Pediastrum-Arten (Fig. 35), Staurastrum gracile (Fig. 36) und Sphaerocystis schroeteri (Fig. 37).

Die hierneben veranschaulichte Scenedesmus quadricauda kommt meist in Verbänden (Coenobien) von vier spindelförmigen Zellen vor, wovon die beiden zu äußerst stehenden an ihren Enden gekrümmte, borstenartige Fortsätze tragen. Aber die Länge und Dicke der Einzelzellen ist sehr variabel und gelegentlich sind die Seitenzellen auch ohne die krummen Anhängsel zu sehen. Man konstatiert die Anwesenheit von Scenedesmus quadricauda und anderer Spezies dieser Gattung vornehmlich in flacheren Gewässern (Teichen), insbesondere wenn dieselben den Zuflüssen von Jauche aus gesetzt sind.

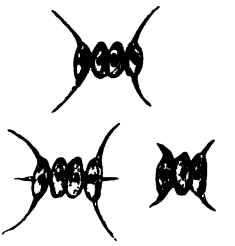


Fig. 34.
Scenedesmus quadricauda.

Die Pediastren sind kreisförmige oder elliptische Gebilde, die aus polyedrischen Zellen bestehen, wovon die den Rand der grünen Scheibe bildenden anders gestaltet (z. B. tiefer ausgebuchtet) sind, als die übrigen. Die meisten Arten sind von äußerster Zierlichkeit und regelmäßigstem Bau, so daß sie zu den schönsten Objekten der mikroskopischen Pflanzenwelt gehören. Schon bei geringer Vergrößerung gewähren sie einen ungemein fesselnden Anblick. An den peripherischen Zellen des Pediastrum duplex und seinen Varietäten konstatierte ich schon vor längerer Zeit (1898) die Ausbildung von merkwürdigen Borstenbüscheln (Fig. 35, 1—3), in welchen ich eine bisher noch nicht beobachtete Form von Schwebapparaten erblicken zu sollen glaube. Das um so mehr, als ich an den breitflächigeren Randzellen (Fig. 35, 1) nur kürzere solche Büschel, an den schlanker gestalteten hingegen längere borstenartige Ausläufer wahrnahm (Fig. 35, 2). Es steht dies damit im Einklange, daß die breiteren Randzellen der einen Varietät einen größeren Formwiderstand besitzen, und demgemäß nicht so leicht untersinken als die stärker ausgebuchteten Zellen der beiden anderen Varie-

täten. Mithin liegt hier ein besonders überzeugendes Beispiel dafür vor, daß solche Oberflächenvergrößerungen den planktonischen Spezies bei ihrer flottierenden Lebensweise in hohem Grade zu statten kommen.

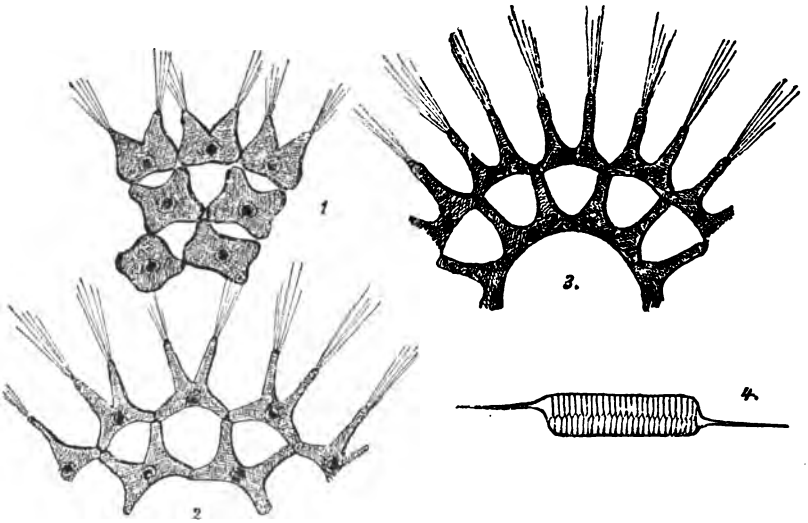



Fig. 35. Pediastrum duplex (1—3.) Rhizosolenia eriensis (4).

Ich wies das Vorhandensein solcher speziell dem Schwebleben angepaßten Pediastren zuerst in Fischteichen der sächsischen Lausitz nach; einige Jahre später wurden sie von M. Marsson aber auch in Gewässern der Umgebung von Berlin aufgefunden. Man bekommt die Borstenbüschel an denselben am deutlichsten zu Gesicht, wenn man das betreffende Plankton auftrocknen läßt und es dann mit stärkeren Linsen durchmustert. Überraschenderweise sind unlängst Pediastren mit ganz gleichen Borstenpinseln auch aus einem See bei Honolulu bekannt geworden (vergl. E. Lemmermann: Planktonalgen 1899).

Staurastrum gracile war längere Zeit hindurch die einzige Desmidiazee, welche man als planktonisch lebend kannte. Jedes Individuum dieser Alge besteht aus zwei Hälften, die durch eine tiefe Einschnürung (Fig 36, a) voneinander getrennt sind. In der Scheitelansicht (36, b) zeigt sich uns das Bild eines dreistrahligen Sternes, dessen Arme kleinste Stachelkränze (hinter-

einander gereiht) in größerer Anzahl tragen. In jeder Zellhälfte ist ein achsenständiger, aus radialen Platten bestehender Chromatophor von hellgrüner Färbung vorhanden. Neuerdings hat man noch mehrere freischwebend im Wasser lebende Desmidiazeen kennen gelernt, so z. B. Staurastrum limneticum aus dem Wakatipu-See (Neuseeland) und verschiedene Closterium-Spezies aus einheimischen Gewässern (Cl. pronum, var. longissimum, Cl. linea usw.).

Fig. 36. Staurastrum gracile.

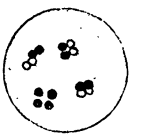


Fig. 37. Sphaerocystis schroeteri.

Sphaerocystis schroeteri (Fig. 37) ist zu Ehren des verdienstvollen schweizerischen Planktonforschers C. Schröter (Zürich) so benannt, der sie entdeckt hat. Sie bildet flottierende Gallertkolonien, in denen grüne Zellen enthalten sind, die, meist zu vieren angeordnet, kleine Gruppen bilden. Die Gallerte ist ganz homogen und durchsichtig. Diese Schwebalge findet sich zahlreich in allen größeren Seen, ist aber früher immer übersehen worden. Wir kennen sie erst seit 1896.

### C. Cyanophyzeen (Blaualgen).

Algen, welche zu dieser Gruppe gehören, erkennt man leicht an der Färbung ihres Zellinhalts, welcher entweder blaugrün, spangrün oder auch gelblich aussieht. Zu ihnen zählen u. a. auch diejenigen Planktonpflanzen, welche das Phänomen der sog. Wasserblüte hervorrufen. Dieses besteht darin, daß sich manche derartige Vertreter des vegetabilischen Planktons zu gewissen Zeiten ganz außergewöhnlich zahlreich vermehren und dann in die obersten Wasserschichten aufsteigen, die dadurch wie mit einer rahmigen, grünen Haut bedeckt erscheinen. Der Volksmund sagt in solchen Fällen, daß das Wasser „blühe" und die Anwohner von Seen wissen aus ihrer langjährigen Erfahrung, daß dies ein Vorgang ist, der nur wenige Tage anhält. Die Fähigkeit dazu, daß die Algen aus den mittleren Wasserschichten empor in die oberen sich zu begeben vermögen,

beruht darauf, daß im Innern ihrer Zellen kleinste Hohlräume vorhanden sind, die sich mit Gas anfüllen und sie spezifisch leichter machen. Man weiß zurzeit zwar noch nicht, welche Luftart es ist, die den Aufstieg dieser Planktophyten bewirkt, aber H. Klebahn hat nachgewiesen, daß es sich zweifellos um ein Gas dabei handelt, welches durch Druck aus den Vakuolen der Algenzellen herausgepreßt werden kann, so daß dann letztere sofort ihre Schwebfähigkeit einbüßen.

Die hinsichtlich ihrer Häufigkeit und massenhaften Vermehrung hauptsächlich in Betracht kommenden Spezies solcher Wasserblüten-Algen sind die folgenden:

1. Clathrocystis aeruginosa (die spangrüne Gitteralge). Sie besteht aus kugeligen Zellen von 3—4 $\mu$ Durchmesser, die durch eine helle Gallerte zusammengehalten werden, so daß es zur Bildung von unregelmäßig gestalteten Fetzen und Flecken kommt (Fig. 38), die frei im Wasser umhertreiben. Diese Art ist wohl die am häufigsten auftretende und sie hat die Eigentümlichkeit, auf weithin einen widrigen, die Atmungsorgane reizenden Geruch zu verbreiten, der einem kleinen stagnierenden Gewässer in der Nähe von Berlin, wo Clathrocystis alljährlich üppig zur Entfaltung kommt, den Namen „Stinksee" eingebracht hat. Sie ist aber nicht minder in den großen Becken Norddeutschlands beheimatet, und man hat sie auch in vielen Seen der Schweiz konstatiert. In Amerika ist sie gleichfalls vorhanden und Parker fand sie in vielen Seen, welche das Bostoner Trinkwasser liefern.

Fig. 38. Clathrocystis aeruginosa.

2. Anabaena flos aquae (die Rosenkranz-Alge). Diese Art besteht aus geknäulten, relativ langen Fäden, die aus aneinander gereihten Zellen gebildet sind und deshalb an einen Rosenkranz erinnern. Es gibt aber auch eine Spezies (Fig. 39) dieser Gattung, bei welcher die Fäden die Form einer Spirale besitzen (A. spiroides); diese ist aber lange nicht so häufig zu finden, als die typische Anabaena.

Fig. 39. Anabaena spiroides.

3. Coelosphaerium kützingianum. In dieser Schwebalge haben wir kleine kugelige Zellkolonien vor uns, welche einen Durchmesser von 100 $\mu$ besitzen. Die Zellen selbst zeigen keine intensive Färbung;

sie sind im Innern einer Hohlkugel angeordnet, die wahrscheinlich auch mit einer Luftart erfüllt und deshalb zu andauerndem Schweben befähigt ist.

4. Gloeotrichia echinulata (Fig. 40). Wegen der zahlreichen feinen Ausläufer, welche die Fäden jeder Kolonie zur Zeit des Maximums ihrer Entwicklung besitzen, hat man dieses Planktonwesen „Gallerthaaralge" genannt, und der Name hat sich schon ziemlich eingebürgert, weil er wirklich zutreffend ist. Später gehen diese langen haarähnlichen Faden-Enden verloren und die Kolonien bekommen ein stacheliges, igelartiges Aussehen, woraus sich die Speziesbezeichnung echinulata (von Echinus = Igel) erklärt. Jeder Faden trägt am Grunde eine sogenannte Grenzzelle von 10 $\mu$ Durchmesser. Dann folgen Zellen von viel geringerem Durchmesser (2 $\mu$), die nach oben zu fortgesetzt an Größe abnehmen. Der Durchmesser der ganzen Kolonie ist reichlich 1 Millimeter. Im Großen und Kleinen Plöner See tritt diese Art in den Monaten August und September als starke Wasserblüte auf und flottiert so zahlreich in der Nähe der Oberfläche, daß man mit einem einzigen Netzzuge viele Hunderte davon erbeuten kann.

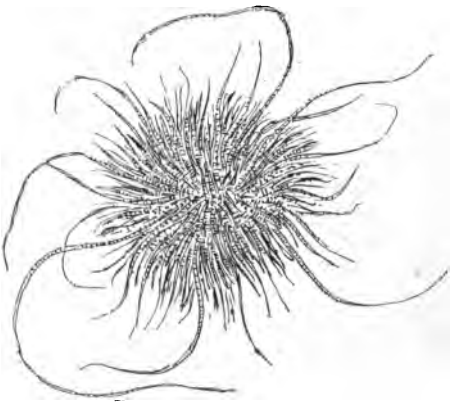


Fig. 40. Gloeotrichia echinulata.

5. Oscillatoria rubescens. In einigen schweizerischen Seen läßt zuweilen auch eine schwach purpurrot gefärbte Schwingalge das Wasser erblühen und tritt in geradezu ungeheuren Mengen auf. Dies ist namentlich der Fall im Murtener und Baldegger See. Der Volksmund bezeichnet dann die auffällige Erscheinung (mit einer historischen Anspielung) als das „Burgunderblut" und so dient ein rein biologischer Vorgang zur Illustration von allerlei sagenhaften Erzählungen.

Es sei hierbei noch erwähnt, daß in kleineren Wasseransammlungen ebenfalls eine Art Wasserblüte von roter Fär-

bung eintreten kann; aber dann rührt sie nicht von Fadenalgen, sondern von gewissen Geißelwesen her, die oft in staunenswerter Menge auftreten und dann gleichfalls einen rasenartigen Überzug auf dem Wasser bilden. Als solche Flagellaten sind namentlich Euglena sanguinea und Astasia haematodes bekannt geworden. Nicht minder vermag ein sehr großes Bakterium (Chromatium okeni) durch seine ungeheure Vermehrung gelegentlich „rote Wolken" in Teichen und Gräben zu erzeugen. Mir ist sogar der Fall begegnet, daß das Eis in einem Fischteiche an der Unterseite ganz scharlachrot durch dieses Chromatium gefärbt worden war.

---

## XIII. Die Periodizität der Planktonwesen.

Jeder, der sich praktisch-wissenschaftlich mit dem Plankton beschäftigt, muß alsbald die Wahrnehmung machen, daß die Zusammensetzung der Fänge, die in einem bestimmten Teich oder See fortgesetzt zu Untersuchungszwecken gemacht werden, nicht immer dieselbe bleibt. Arten, welche vor 4 Wochen noch durch eine Unmasse von Individuen vertreten waren, zeigen heute eine auffällige Abnahme, und nach weiteren 14 Tagen wird möglicherweise kein einziger Repräsentant derselben mehr aufzufischen sein. Im Gegensatz dazu nehmen andere Spezies viel länger an der Komposition des Planktons teil; aber auch sie haben Zeiten von Seltenheit und Häufigkeit ihres Vorkommens. Wieder andere bleiben bloß wenige Tage nach ihrem ersten Erscheinen in den Fängen bemerkbar und verschwinden dann ebenso plötzlich, wie sie aufgetreten sind. Noch andere Organismen, wie z. B. die Schafklauenmuschel (Dreissensia polymorpha) gehören nur im Jugendzustande (als Larven, die mit einem Wimperapparat versehen sind) dem Plankton an; später aber setzen sie sich in der Litoralzone fest und führen nie mehr ein flottierendes Dasein.

Bei einem näheren Studium dieser merkwürdigen Periodizitätsphänomene ergibt sich, daß alle Mitglieder der planktonischen Flora und Fauna dem Gesetze einer gelegentlichen Zu- und Abnahme hinsichtlich der Individuenzahl (bzw. dem zeitweiligen Erlöschen) verfallen. Wenn wir aber diese Frage mit wissenschaftlicher Gründlichkeit behandeln wollen, so müssen wir die

verschiedenen Organismen, welche zu einer gewissen Jahreszeit in einem bestimmten Wasserquantum enthalten sind, zählen, und die so für die einzelnen Spezies gewonnenen ziffernmäßigen Resultate können dann mit solchen, welche auf dieselbe Weise in Zwischenräumen von einigen Wochen oder Monaten zur Feststellung gelangen, verglichen werden. Hierdurch ist es möglich, Unterlagen für eine richtige Beurteilung der qualitativen und quantitativen Veränderungen zu bekommen, denen das Plankton eines Sees während der Zeitdauer eines Jahres ausgesetzt ist. Man bedient sich zum Ausführen der für diesen Zweck benötigten genauen Fänge eines sogenannten quantitativen Planktonnetzes, wie es vom Präzisionsmechaniker A. Zwickert (Kiel) für 30 Mark geliefert wird. Mit diesem Seihapparat fischt man vertikal (vom still liegenden Boote aus) jedesmal an einer geeigneten Stelle, welche der mittleren Tiefe des betreffenden Sees entspricht, konserviert den gemachten Fang und notiert auf einer dem Aufbewahrungsglase angeklebten Etikette das Datum. Alle diese Fänge sind später unter sich vergleichbar, weil jeder von ihnen den Organismengehalt einer und derselben Wassersäule repräsentiert. Indem man nun mit Hilfe einer geeichten Pipette kleine Portionen jedes einzelnen Fangs (unter dem Mikroskop) wirklich durchzählt und den Gehalt des bezüglichen Fanges (an einer bestimmten Art) rechnungsmäßig auf dem Wege der Multiplikation ermittelt, so kann man, da die Größe der Netzöffnung bekannt ist, leicht feststellen, wieviele Individuen von einer Spezies zu einem bestimmten Zeitpunkte unter 1 Quadratmeter Wasseroberfläche vorhanden gewesen sind. Wir stellen auf diese Weise nicht nur die Maxima und Minima der planktonischen Wesen fest, sondern informieren uns auch über die langsamere oder raschere Vermehrung derselben, über das Zahlenverhältnis, in dem die weiblichen zu den männlichen Tieren stehen, wieviel Eier oder junge Tiere zu einer gewissen Zeit vorhanden sind und dergleichen. Aus den so erhaltenen Daten lassen sich unter Umständen weitreichende Schlußfolgerungen ziehen, und die scheinbar trockenen Zahlen können zur Feststellung sehr interessanter biologischer Tatsachen dienen, welche durch direkte Beobachtung niemals hätten erzielt werden können.

Der Urheber dieser scharfsinnig erdachten Methodik ist der Kieler Physiologe V. Hensen, und wer sich mit den Details

derselben bekannt machen will, muß die darüber vorliegende Originalabhandlung zur Hand nehmen.*) Unter Anwendung dieser sogenannten „Zählmethode" habe ich in den Jahren 1894 und 1895 quantitative Untersuchungen über das Plankton des Gr. Plöner Sees angestellt, aus denen ich im nachstehenden einige Mitteilungen mache. Dadurch wird helleres Licht auf die grandiose Fülle von Leben fallen, die in unseren süßen Gewässern jahraus, jahrein vorhanden ist, bzw. zur Entwicklung gelangt.

Im allgemeinen läßt sich in allen unseren größeren Seen ein Winter- und ein Sommerplankton unterscheiden, wozu aber noch zwei engere Kategorien treten können, die für den Herbst und das Frühjahr charakteristisch sind. Im Oktober und November herrschen z. B. die Kopepoden in einem solchen Grade vor, daß wir beinahe reines (monotones) Kopepodenplankton vor uns haben, und während der Zeitspanne von März bis Mai wuchern fast alljährlich die Bazillariazeen so üppig, daß dann beinahe allein ihnen die Herrschaft im Plankton zukommt. Zum pflanzlichen Frühjahrsplankton gehören in manchen Seen ausgesprochenermaßen auch Attheya, Rhizosolenia, Diatoma tenue und Synedra delicatissima; von Flagellaten Eudorina elegans (Fig. 41) und Mallomonas, sowie von den echten Infusorien Dileptus, Staurophrya und Ophryoglena. Zum Herbstplankton zählen hingegen in erster Linie die Bosminen, Cyklopiden und Calaniden nebst gewissen Rotatorien (Synchaeta).

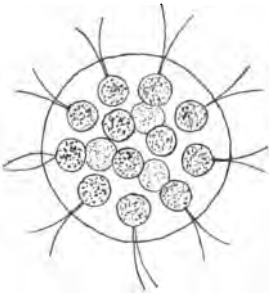


Fig. 41. Eudorina elegans.

Was nun die Mengenverhältnisse anbetrifft, in denen manche Arten auftreten, so hat uns die Zählungsmethode mit ganz überraschenden Tatsachen bekannt gemacht, von denen bisher auch in den wissenschaftlichen Lehrbüchern nichts geschrieben stand. So ergab eine quantitative Untersuchung des Gr. Plöner Sees im Dezember 1894, daß damals unter 1 qm Wasserfläche

*) Über die Bestimmung des Planktons. V. Bericht der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere 1887.

600000 Melosirafäden vorhanden waren. Am 10. Januar 1895 (d. h. etwa 3 Wochen später) konstatierte ich die Anwesenheit von einer Million derselben. Am 1. Februar 2 Millionen, am 10. April 4 Millionen und am 20. April 8 Millionen. Das war das Maximum für das genannte Jahr. Von da ab trat eine allmähliche Abnahme dieser Bazillariazee ein und zu Beginn des Juni gab es nur noch einige wenige Fäden davon in den Fängen. Bei weitem erstaunlicher war aber die Vegetation derselben Art in einer Bucht des Plöner Sees, die mit letzterem nur durch einen engen Zugang in Verbindung steht und Vierer See heißt. Am 27. November 1904 war dort der Bestand an Melosirafäden unter 1 qm 1000 Millionen; am 24. Dezember 500 Millionen, am 11. Februar 100 Millionen und am 10. April 50 Millionen. Durch diese außerordentlich große Anhäufung lebender Melosirafäden im Wasser wurde eine starke Trübung desselben herbeigeführt und eine weiße tellergroße Scheibe, die in die Tiefe hinabgelassen wurde, entschwand dem Auge schon bei 1,5 m Abstand vom Seespiegel. Was das sagen will, geht am klarsten aus der Paralleltatsache hervor, daß zum gleichen Zeitpunkte (Februar) dieselbe Scheibe im Gr. Plöner See noch in 7 m Tiefe sichtbar war. In anderen Jahren wurde sie sogar erst bei 9 m unsichtbar. Hiernach läßt sich der hohe Grad von Trübung ermessen, den das Wasser eines Binnensees lediglich durch das massenhafte Vorhandensein von lebenden Wesen erfahren kann.

Aus der nachstehenden kleinen Tabelle ist für eine andere Bazillariazee des Planktons (Asterionella) zu entnehmen, in wie kurzer Zeit sich auch diese Spezies riesenhaft zu vermehren imstande ist. Es waren davon anwesend unter 1 qm:

| | |
|---|---|
| 1. März . . | 47 000 |
| 20. „ . . | 1 884 000 |
| 1. April . . | 4 838 000 |
| 10. „ . | 6 652 000 |
| 20. „ . . | 9 100 000 |
| 1. Mai . . . | 2 590 000 |
| 10. „ . . . | 4 003 000 |
| 13. „ . . . . | 12 167 000 |

Aus diesen Angaben wird ersichtlich, daß Asterionella im letzten Drittel des Aprilmonats, wo kühleres Wetter eintrat,

erheblich abnahm, daß sie dann aber wieder innerhalb von nur 12 Tagen ihre Anzahl von 2,5 Millionen auf 12, d. h. um das 4,8fache vergrößert hatte. Ähnliche Produktionszahlen können auch für Fragilaria crotonensis beigebracht werden. Ich fand, daß diese zierliche Art vom 1. Mai an, wo ihr Bestand 900 000 pro 1 qm war, bis zum 13. desselben Monats auf 2,5 Millionen hinaufgegangen war. Und von da ab bis zum 19. Juli desselben Jahres steigerte sich die Anzahl ihrer kammähnlichen Bänder auf 109 Millionen, was zugleich das Maximum für 1895 bedeutete.

Die im Sommer (August) im Plöner See schon vom Boote aus mit bloßen Augen wahrnehmbare, gelblich grün gefärbte Gloeotrichia echinulata (Fig. 40) zeigt eine derartige Mengenzunahme nicht; aber die Zählung ergab doch, daß sie zur Zeit ihres Maximums in etwa einer halben Million Kolonien unter dem Quadratmeter Seeoberfläche vorhanden ist.

Was die Melosira anbelangt, so habe ich seinerzeit auch einmal versucht, das Gewicht derjenigen Masse von dieser Bazillariazee festzustellen, welche zur Zeit einer üppigen Vegetation derselben in einer Wassersäule von 1 qm Querschnitt und 40 m Höhe enthalten ist. Ich fand durch direkte Beobachtung und Berechnung, daß dieses Gewicht 174 g betrug. Da nun aber, wie ich später ermittelte, die Hauptmasse dieser Planktonpflanzen in den obersten 15 m enthalten ist und nach unten zu an Dichtigkeit außerordentlich abnimmt, so kann man ohne großen Irrtum annehmen, daß $^3/_4$ (also etwa 130 g) von Melosira schon in einer Wassersäule von jener geringeren Höhe und 1 qm Querschnitt vorhanden sind. Nun ist 15 m auch ungefähr die durchschnittliche Tiefe des Gr. Plöner Sees, welcher im ganzen 32 qkm Areal bedeckt. Eine einfache Multiplikation ergibt hiernach, daß um jene Zeit (April 189.) nicht weniger als $32 \times 130 \times 1\,000\,000 = 4160$ Millionen Kilogramm Melosirafäden im Wasser des genannten Beckens flottierend gedacht werden müssen, d. h. also 83 200 Zentner. Das erscheint beim ersten Eindruck völlig unglaublich und einen gewissen Abstrich von diesem Berechnungsresultate werden wir auch machen müssen. Da nämlich vor den betreffenden Wägungen die kleinen Melosirenquantitäten zwar auf Fließpapier abgetrocknet wurden, aber doch noch immer eine gewisse Feuchtigkeit zwischen sich behielten, die ich auf ein Drittel der Gesamtmasse veranschlage, so sind

anstatt der oben mitgeteilten Gewichtssumme nur 55 469 Zentner als Ergebnis zu betrachten, was aber immerhin noch als eine ganz enorme Gewichtsmenge gelten muß, wenn man bedenkt, daß sich dieselbe aus den verschwindenden Einzelgewichten der dünnen mikroskopischen Fäden zusammensetzt, von denen jeder höchstens 1 mm lang und $^1/_{60}$ mm dick ist.

Im Anschluß an obige Mitteilung soll auch gleich hervorgehoben werden, daß sich die einzelnen Seebecken hinsichtlich ihres Ertrages an tierischem und pflanzlichem Plankton sehr verschieden verhalten. Es gibt fruchtbare und unfruchtbare Gewässer, ohne daß man in der Lage ist, zu sagen, woher die Sterilität des einen und die Produktivität des anderen resultiert. Insbesondere arm an Plankton — mit den norddeutschen Seen verglichen — sind die großen subalpinen Wasserbecken der Schweiz und Oberitaliens. Gerade die wundervolle Durchsichtigkeit und die herrliche blaue Färbung, welche diese südlichen Seen besitzen, sind die makroskopischen Anzeichen dafür, daß sie relativ tier- und pflanzenleer sind.

Im allgemeinen darf man wohl behaupten, daß der Planktonertrag um so reicher ausfällt, je kleiner und je seichter eine Wasseransammlung ist Er wächst, je größer die Ufer- und Bodenentfaltung im Verhältnis zur Wassermasse ist. Und dies kommt daher, weil der Gehalt eines Sees oder Teiches an organischer Substanz von dem abhängt, was Ufer und Boden in dieser Hinsicht liefern und auf welche Wassermasse sich die Summe des Gelieferten zu verteilen hat. Kleine Dorfteiche, welche von außen her (in Gestalt von Jauche und Fäkalien) reiches Nährmaterial für Pflanzen und Tiere übermittelt erhalten, sind aus diesem Grunde auch stets sehr produktiv. Die Gesamtplanktonmenge ist die Summe der Menge der verschiedenen Organismen, welche ein See in sich beherbergt. Die Maximalbeträge werden durch die starke Zunahme einer einzigen oder doch nur weniger Arten von Planktonwesen verursacht, wie z. B. durch die üppige Vegetation von Schwebalgen, Flagellatenkolonien, oder durch die rasche Vermehrung der Krustazeen.

Wir verdanken dem Züricher Botaniker C. Schröter (vom eidgenössischen Polytechnikum) eine interessante Darlegung, durch welche beabsichtigt wird, die Ertragsfähigkeit des Wassers mit derjenigen des Landes auf Grund tatsächlicher Ermittelungen zu vergleichen. Es wird dabei von der Trockensubstanz des

Planktons und von deren Gehalt an organischer Substanz ausgegangen. Ich entnehme die bezüglichen Angaben der bekannten Schröterschen Abhandlung über die Schwebflora unserer Seen.*) Am Züricher See wurde am 12. Mai 1896 durch einen Zug aus 8 m Tiefe auf 1 qm Fläche rund 1000 cm Plankton erhalten. Tabellaria asterionelloides (Fig. 25) überwog derart alle übrigen Bestandteile, daß wir diese letzteren vernachlässigen können. 1 $cm^3$ (Kubikzentimeter) Tabellariaplankton wiegt im Mittel aus 4 Messungen 44 mg (Milligramm) als Trockensubstanz, also entspricht die Menge von 1000 $cm^3$ einer Trockensubstanz von 43 g Gewicht. Darunter sind 56% Asche und 44% organische Substanz. Es entsprach demnach 1 ha Seefläche bei Zürich vom genannten Tage einer Planktonmenge von mindestens 430 kg (= 4,3 Meterzentner) Trockensubstanz. Davon waren 1,86 Meterzentner organische Substanz und 2,44 Meterzentner Asche, namentlich Kieselsäure.

Stellen wir nun hierzu in Parallele die Produktionskraft des Festlandes. Eine gute Wiese am Züricher See liefert im Durchschnitt jährlich 84,7 Kilozentner Dürrfutter; da das Wiesenheu im Mittel 86% Trockensubstanz enthält, so ergibt das pro Hektar 72,8 Meterzentner Trockensubstanz. Dürfen wir aber hiernach sagen, daß eine gute Wiese ca. 18mal mehr Substanz produziere, als der See durch sein Plankton? Dieser Vergleich würde aus zwei Gründen unrichtig sein: einmal, weil wir beim Land die Gesamtproduktion, beim See nur das Plankton, nicht aber die Fische und die Bodenflora mit berücksichtigten; zweitens, weil dabei die Produktionsdauer vernachlässigt wird. Die Wiese braucht zur Erzeugung jener Menge eine ganze Vegetationsperiode, d. h. ungefähr 8 Monate. Im See hingegen ist jene Menge *gleichzeitig* in einem bestimmten Monate vorhanden. Wieviel Plankton aber der See in acht Monaten erzeugt, das wissen wir nicht und können es auch vorläufig nicht bestimmen. Wir vermögen wohl zu sagen, daß die Menge in einer gewissen Zeit um so viel gestiegen ist, aber dieses Plus gibt uns nicht zugleich die Menge des in dieser Zeit *erzeugten* Planktons an, weil wir den Abgang nicht kennen. Wir wissen leider nicht, wieviel Plankton abstirbt und durch neues ersetzt werden muß.

*) Neujahrsbl. der Naturf. Gesellschaft in Zürich. 1896.

Es steht aber ein anderes Mittel zu Gebote, uns wenigstens eine anschauliche Vorstellung von der Planktonmenge zu machen, indem wir fragen: Wie würde eine Wiese aussehen, welche ebensoviel Trockensubstanz enthält, als unter der gleichen Seefläche vorkommt? Solche Wiesen finden sich auf den Heubergen der Schweizer Alpen. Es ist festgestellt, daß z. B. der Ertrag auf dem Schanfigger Heuberge (in 2000 m Meereshöhe) auf 5,5 Meterzentner pro Hektar geschätzt wird. Das macht 4,7 Meterzentner Trockensubstanz für dieselbe Fläche, also ungefähr ebensoviel, als der Züricher See an Plankton erzeugt. Noch anschaulicher jedoch wird die Sache, wenn man sich folgendes vergegenwärtigt:

Die Fläche des „inneren Seebeckens" (worunter man den untersten Teil des Züricher Sees versteht) beträgt 163 ha, die Gesamtplanktonmenge etwa 700 Meterzentner Trockensubstanz. Ein Fuder Heu enthält im Maximum 8,6 Doppelzentner. Um also alles Plankton des inneren Seebeckens im getrockneten Zustande fortzuschaffen, hätte es seinerzeit 81 vollgeladener Heuwagen oder eines Güterzuges von 7 schwerbefrachteten Wagen bedurft. Die gesamte Kieselsäure, welche die vielen Milliarden von Kieselpanzern zusammensetzte, würde einen Quarzblock von 2,25 m im Geviert darstellen, der ein Gewicht von 303,8 Meterzentnern besitzt.

Durch diese Angaben und Berechnungen wird das, was ich schon auf S. 82 über den Plöner See mitteilte, nach verschiedenen Richtungen hin ergänzt, und der Leser vermag sich nun einigermaßen vorzustellen, was diese winzigen Pflanzenwesen durch die Riesenhaftigkeit ihrer Anzahl für eine bedeutende Rolle in der Natur spielen, obgleich der einzelne Mikroorganismus als solcher eine völlig verschwindende Größe ist.

---

Eine merkwürdige Wahrnehmung ist es übrigens, daß dieselben Organismen sich hinsichtlich ihres Erscheinens und Wiedererlöschens im Plankton der kleineren Seebecken anders verhalten, als in großen. Ist doch durch R. Lauterborn und mich an Gewässern von ganz verschiedener geographischer Lage festgestellt worden, daß die nämlichen Spezies, welche in den meisttn größeren Wasserbecken bei Eintritt der kalten Jahreszeit verschwinden, in vielen kleineren

fortdauern und darin ein mannigfaltig zusammengesetztes Winterplankton bilden.

An letzterem beteiligen sich aber nicht nur Tiere, sondern auch pflanzliche Wesen, insbesondere Bazillariazeen. Von letzteren treten — namentlich in dem bei Plön gelegenen Edebergsee — auch diejenigen Spezies zahlreich auf, welche man zur kalten Jahreszeit in den großen Seen entweder gar nicht mehr oder doch nur äußerst spärlich antrifft, wie z. B. Asterionella gracillima, Fragilaria crotonensis und Synedra delicatissima. Dazu kommen aber auch noch Diatoma tenue, var. elongatum und Synedra ulna, var. longissima. Wie ist nun dieses sehr verschiedene Verhalten der nämlichen Planktonspezies in großen und kleinen Gewässern zu erklären? Welche Umstände sind es, die den genannten Algen, Protozoën und Rotatorien die permanente Ausübung ihrer Lebensfunktionen in gewissen Wasserbecken gestatten, wogegen dies, wie wir sehen, in anderen nicht der Fall ist? Auf welchen physikalischen oder chemischen Eigenschaften der Gewässer beruht wohl dieser auffällige Unterschied? Die Temperatur kann hier nur eine ganz sekundäre Rolle spielen und höchstens für das Auftreten solcher Sommerformen von Bedeutung sein, welche zur Fristung ihrer Existenz eine bestimmt normierte Wärmemenge nötig haben. Die Unabhängigkeit der übrigen Planktonformen von diesem Faktor geht schon aus der einfachen Tatsache hervor, daß dieselben in manchen Seen während des Winters und unter dem Eise ebenso zahlreich zu finden sind, als im Hochsommer bei einer Wasserwärme von 18—20° C. Wer sich einseitig nur mit den biologischen Verhältnissen von *größeren* Seebecken beschäftigt hat, den werden solche Befunde, wie sie Lauterborn und ich erhalten haben, ganz fremdartig anmuten. So haben wir beide, jeder in seinem Untersuchungsgebiete, gelegentlich üppige Vegetationen von Dinobryon mitten im Winter angetroffen, wozu Apstein*) folgende Bemerkung macht: „Es ist eigentümlich, daß sich in den flacheren Altwässern diese Wesen länger halten als in tieferen Seen, da sie in ersteren doch tieferen Temperaturen ausgesetzt sind."

Gewohnheitsmäßig kommen wir immer wieder auf die „Temperatur" zurück und meinen (nach Analogie von dem, was

*) C. Apstein: Das Süßwasserplankton, 1896. S. 149.

wir an den höheren Pflanzen und Tieren beobachtet haben), daß dieser Faktor in demselben Grade auch für die biologischen Vorgänge in der niederen Flora und Fauna maßgebend sein müsse. Dies ist aber keineswegs der Fall, sondern es ist vielmehr das Licht, die stärkere oder schwächere Sonnenstrahlung, welche einen tiefgehenden Einfluß auf die Lebensökonomie der Planktonwesen ausübt — in erster Linie natürlich auf die pflanzlichen, damit aber indirekt auch auf die Tiere. Ein Blick in die von mir publizierten Plankton-Zähltabellen,*) die sich auf den Großen Plöner See beziehen, lehrt sofort, daß die euplanktonischen Bazillariazeen (Asterionella und Fragil. crotonensis) die geringste Entfaltung nicht dann zeigen, wenn das Wasser am kältesten ist, sondern zu Beginn des Monats Dezember, wo die Sonne am tiefsten steht und die Tage am kürzesten sind. Zu dieser Zeit des Jahres besitzt der genannte See immer noch eine Temperatur von 4—5° C. Die planktonische Algenflora beharrt in dieser Quantitätsverminderung bis Mitte oder Ende Februar. Im Laufe des März macht sich aber ein ganz entschiedener Aufschwung bemerklich, obgleich die Wasserwärme dann geringer zu sein pflegt, als je vorher: sie beträgt dann nämlich gewöhnlich nur 0,5—0,7° C. Am 20. März 1895 waren bereits nahezu 2 Millionen Sterne von Asterionella unter dem Quadratmeter Seefläche vorhanden, am 1. April nahezu 5 Millionen und außerdem 300 000 Bänder von Fragilaria crotonensis, welche Spezies 10 Tage zuvor nur etwa in der Menge von 30 000 auftrat. Und bei alledem ergab das Thermometer nicht mehr als 1° C. als Wassertemperatur an. Die mittlere Luftwärme betrug jedoch schon 8° C. Der See war also damals bei weitem kälter als im Dezember 1894, wo die Verminderung der Schwebflora bei 5 oder 4° C. ihren Anfang nahm. Aus diesen Befunden ist die Einflußlosigkeit der bloßen Temperatur klar erkennbar, aber ebenso unwidersprechlich tritt dabei die hohe Bedeutung des nach und nach immer intensiver werdenden Sonnenlichts hervor, welches den Algen bei Zerlegung der im Wasser enthaltenen Kohlensäure wesentlich zu statten kommt. In den kurzen und trüben Tagen des Winters können die Bazillarien ihre Assimilationsarbeit nur unvollkommen verrichten; sie ernähren sich

*) Plöner Forschungsberichte IV. Bd. S. 28—48.

während dieser Zeit nur mangelhaft und sehr viele gehen infolgedessen zugrunde. Erklärlicherweise werden namentlich diejenigen Arten, welche nur kleine Chromatophoren besitzen, wie gerade Asterionella und Fragilaria, am meisten zu leiden haben, wogegen die Melosiren mit ihren größeren und zahlreicheren Farbstoffplatten auch bei geringerer Lichtstärke noch ausreichend zu assimilieren vermögen, so daß sie dabei auch noch fortpflanzungsfähig bleiben.

Die ganz geringe Temperatursteigerung im Wasser, welche der April im Vergleich zum März aufweist und welche bloß 1—2 Grad beträgt, kann demnach nicht als Ursache der ganz unverhältnismäßig bedeutenderen Produktivität angesehen werden, die der nachfolgende Monat im Vergleich zu dem vorhergegangenen aufweist. Es kann vielmehr hier nur das Licht als der wahre, die Vegetation beschleunigende Faktor in Frage kommen.

Wie stimmt aber nun hierzu das Verhalten vieler kleinerer Seen und Teiche, in denen trotz des niedrigen Sonnenstandes im November und Dezember eine fast üppig zu nennende Erzeugung von Bazillariazeen und anderem pflanzlichen Plankton stattfindet? Dieser Gegensatz bleibt absolut unerklärlich, wenn wir nicht annehmen, daß die Ernährung der Schwebflora in derartigen Wasserbecken während des Winters auf eine völlig andere Weise erfolgt, als in den großen Seen. Denn da die Licht- und Temperaturverhältnisse, denen die Planktophyten hier wie dort ausgesetzt sind, keinen Unterschied erkennen lassen, so bleibt einzig und allein die Schlußfolgerung übrig, daß die betreffenden Spezies sich Nährstoffe aus dem Wasser, worin sie leben, aneignen und ganz oder zum Teil auf die schwierigere Ernährung durch Kohlensäure verzichten. Die Möglichkeit zu einer derartigen Aufnahme von in Lösung befindlichen organischen (oder auch unorganischen) Stoffen liegt nun in den größeren Seen nachweislich bloß in einem sehr beschränkten Maße oder überhaupt nicht vor, insofern als deren Wasser äußerst arm an derartigen Substanzen und an sogenannten Nährsalzen zu sein pflegt. Von beiden vermag die chemische Analyse immer nur Spuren nachzuweisen. Ganz anders steht es aber in dieser Beziehung mit den kleineren Seen und Teichbecken. Diese sind zumeist reich an organischen (d. h. stick- und kohlenstoffhaltigen) Verbindungen und bieten der gesamten in ihnen vorhandenen Mikroflora eine Fülle von Nährmaterial

dar. Als Hauptquelle sind die am Ufer wachsenden und alljährlich absterbenden Makrophyten (Schilf, Binsen, Riedgrad usw.) anzusehen, deren vermodernde Reste vom Wasser ausgelaugt werden. Dasselbe geschieht mit dem abgefallenen Laube von Bäumen und Sträuchern, die am Rande solcher Seen ihren Standort haben. Die auf den Wasserspiegel verschlagenen und dort ertrinkenden Insekten sind gleichfalls Lieferanten von gebundenem Stickstoff. Eine direkte Zufuhr von Nitraten und Nitriten erfolgt vielfach auch durch die atmosphärischen Niederschläge, namentlich durch Regengüsse, wenn auch nur in der geringen Menge von 0,7 Milligramm pro Liter Meteorwasser. Besitzt der betreffende See humosen Untergrund, so ist dieser gleichfalls als ein Spender von organischen Substanzen zu betrachten. Und bei alledem ist zu bedenken, daß das den kleineren Seebecken zufließende Nährmaterial sich stets nur innerhalb einer geringen Wassermasse zu verteilen hat, wodurch dieselbe dazu geeignet wird, eine verhältnismäßig größere Organismenmenge (vornehmlich Mikrophyten) zu produzieren, als ein bei weitem mächtigeres Becken mit wenig Vorrat an Nährstoffen.*)

Aber Voraussetzung bei dieser weitergehenden Argumentation bleibt immer, daß den Bazillariazeen und den übrigen chlorophyllführenden Algen das Vermögen innewohnt, sich zeitweise saprophytisch, d. h. von vorgebildeten Stoffen zu ernähren. Dieses Vermögen ist nun in der Tat, wie die ausgedehnten Versuche von Th. Bokorny**) gelehrt haben, bei vielen grünen Pflanzen (höheren sowohl wie niederen) unleugbar vorhanden und insbesondere hat sich auch bei den Kieselalgen die Befähigung zu einer derartigen Lebensweise herausgestellt. Dazu stimmt

*) Auch ein norwegischer Forscher (Huitfeld-Kaas) hat auf diesen Umstand hingewiesen, indem er darüber folgendes schreibt: „Ich habe an zahlreichen Beispielen bestätigt gefunden, daß die seichten Gewässer besonders günstig für das Gedeihen des Planktons sind, während umgekehrt die tiefen Gewässer, unter übrigens gleichen Verhältnissen, bedeutend ärmer sind. Dies gilt jedoch nur für Gewässer mit kleinem Niederschlagsgebiet, d. h. ohne schnelleren Wasserwechsel, und kann nur in betreff des Sommers gesagt werden". Was letztere Einschränkung anbelangt, so erfährt dieselbe durch den Hinweis auf verschiedene kleinere holsteinische Seen, die auch im Winter sehr planktonreich sind, eine Korrektur bzw. Berichtigung.

**) Th. Bokorny: Über die Beteiligung der chlorophyllführenden Pflanzen an der Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene XX. Bd. 1894. 2. Heft.

auch sehr gut die Wahrnehmung des Biologen vom Bostoner Wasserwerk, Mr. George C. Wipple, welcher fand, daß Bazillariazeen namentlich gut in solchen Wässern gedeihen, die einen hohen Härtegrad und reichlichen Stickstoffgehalt besitzen.

Die von uns (S. 25) bereits erwähnte und in der Praxis der Teichwirtschaft längst übliche Teichdüngung, mit der man erfahrungsgemäß den doppelten und dreifachen Ertrag an Fischfleisch erzielt, gehört auch hierher. Offenbar wird ja durch Zufuhr von Düngstoffen das Nährvermögen der Gewässer erheblich gesteigert, und dies bewirkt wieder eine stärkere Vermehrung der Kleinfauna, deren Mitglieder hauptsächlich von Bazillariazeen und anderen Algen leben, wogegen sie ihrerseits wieder den Fischen zur Speise dienen und deren natürliches Futter bilden.

Es darf nach alledem als vollständig durch Beobachtung erwiesen gelten, daß das reichliche Vorhandensein von gelösten Stickstoffverbindungen in einem Gewässer dessen ernährende Kraft hinsichtlich der in ihm befindlichen Mikroflora steigert und daß dieser Vorteil in erster Linie den Planktonalgen zugute kommt, welche frei im Wasser flottieren und sozusagen ganz von Nährlösung umgeben sind. Wenn nun aber eine solche Wirkung vorliegt, so ist dieselbe nicht anders zu deuten, als daß die gewöhnliche Ernährung mittels der Kohlensäure-Zerlegung im Lichte zeitweise oder beständig Hand in Hand geht mit einer Nahrungszuleitung auf dem Wege der Endosmose. Wenn nun im Winter Lichtmangel herrscht und die Assimilationstätigkeit der Chromatophoren ins Stocken gerät, so bleibt den glücklicher situierten Algen, welche stick und kohlenstoffhaltige Verbindungen stets in beliebiger Menge zur Verfügung haben, die saprophytische Ernährung als naheliegende Auskunft übrig. Diese letztere hat übrigens noch den Vorteil, daß sie ganz unabhängig vom Lichte ist, und somit auch des Nachts im Gange bleibt.

Die Anwesenheit eines überaus mannigfaltigen Winterplanktons in mehreren dicht bei Plön gelegenen Wasserbecken erklärt sich auf die angegebene Weise befriedigend, und die Laboratoriumsversuche Dr. Bokornys erhalten durch die in der freien Natur beobachtete Tatsache, daß die gelben und grünen Algen des Planktons zuweilen auch bei den schlechtesten Lichtverhältnissen ungestört zu vegetieren und sich fortzupflanzen imstande sind, eine sehr bemerkenswerte Bestätigung.

Im Edebergsee bei Plön, den ich mehrere Jahre hindurch unter Kontrolle gehabt habe, findet während der Wintermonate so gut wie keine Abnahme des Planktons statt. Auch büßt letzteres nichts von seiner bunten Zusammensetzung ein, sondern besteht aus denselben Arten wie im Sommer An Bazillariazeen sind selbst im November und Dezember massenhaft darin vorhanden: Asterionella, Fragilaria crotonensis, Synedra delicatissima und Diatoma tenue, var. elongatum. Dazu gesellen sich noch viele Melosira-Fäden und Rhizosolenia longiseta in großer Häufigkeit. Außerdem kommt noch zahlreich Coelosphaerium kützingianum, Closterium pronum, var. longissimum, Sphaerocystis Schroeteri Chod. und Botryococcus brauni in den Fängen vor. Diese Algenflora liefert den gleichzeitig vorhandenen Rädertieren und Krebsen äußerst günstige Existenzbedingungen und bewirkt, daß die einzelnen Arten derselben mit hohen Individuenzahlen vertreten sind. Von Rotatorien enthält das Winterplankton des Edebergsees folgende Spezies: Anuraea cochlearis, Anuraea aculeata, Notholca longispina, Synchaeta pectinata, Asplanchna priodonta, Polyarthra platyptera, Triarthra longiseta und Hudsonella pygmaea; von Krebsen hauptsächlich Diaptomus graciloides, Daphnia galeata und Bosmina longirostris.

So wird durch die fortdauernde Anwesenheit einer planktonischen Pflanzenwelt in jenem kleinen See auch die Gegenwart einer ziemlich artenreichen (winterlichen) Schwebfauna ermöglicht, die in den frischen und abgestorbenen Repräsentanten jener Mikroflora stets eine Fülle von Nahrung findet. Und beides erklärt sich in letzter Instanz dadurch, daß die mit Chromophyllplatten*) ausgerüsteten Algen einer Doppelernährung (Amphitrophie) fähig sind, wovon die eine (saprohytisch erfolgende) unter geeigneten äußeren Umständen vollständig oder doch zum größten Teil an die Stelle der nur unter Beihilfe des Sonnenlichts vor sich gehenden Kohlenstoffassimilation zu treten vermag. Man darf sogar aus den oben dargelegten Gründen erwarten, daß chromophyllführende Organismen gelegentlich durch äußere Umstände (z. B. durch ihre zufällige Überführung in Keller, Höhlen und Bergwerke) dazu veranlaßt

*) Die Bezeichnung „Chromophyll" umfaßt alle Stoffe, welche bei der Färbung von Algen überhaupt in Betracht kommen.

werden können, gänzlich auf die Assimilation im Lichte zu verzichten und sich nur noch saprophytisch zu ernähren. Vom theoretischen Standpunkt aus ist gegen die Möglichkeit des Vorkommens von Algen mit vorwiegend oder ausschließlich pilzartiger Ernährungsweise absolut nichts einzuwenden. Zu dieser Behauptung sind wir um so mehr berechtigt, als uns die Mykologie neuerdings mit einer Anzahl von Pilzformen bekannt gemacht hat, die in morphologischer Hinsicht noch so lebhaft an gewisse Algengattungen erinnern, daß man nicht umhin kann, anzunehmen, es bestehe ein direkter genetischer Zusammenhang zwischen letzteren und ersteren.

Prof. F. Ludwig (Greiz) einer unserer namhaftesten Pilzforscher, bezeichnet daher jene eigenartigen, wahrscheinlich direkt aus Algen hervorgegangenen Pilze als Caenomyzeten und zählt zu ihnen Vertreter der Gattungen Eomyces, Prototheca und Leucocystis.

So hat uns eine Betrachtung der Periodizitätsverhältnisse des Planktons schließlich auf Fragen von ganz allgemein-biologischer Bedeutung geführt, welche die Interessen der verschiedensten Wissenschaftsgebiete berühren. Dadurch werden auch solche von der Ersprießlichkeit hydrobiologischer Studien überzeugt werden, die bisher zu einer Unterschätzung derselben geneigt waren.

---

## XIV. Die Tiere und Pflanzen des Planktons in ihren gegenseitigen Beziehungen.

Wenn man mit der ungeheuren Menge kleiner pflanzlicher Organismen (Mikrophyten) bekannt wird, welche in unseren stagnierenden Gewässern jahraus und jahrein vorhanden ist, und sie mit dem Tierbestande vergleicht, der in denselben Gewässern seine Heimat hat, so muß sich jedem der Eindruck aufdrängen, daß unsere Teiche und Seebecken bei weitem mehr vegetabilische Wesen beherbergen als animalische. Und wenn wir einen Blick auf das Festland werfen, so begegnet uns auch hier dasselbe Verhältnis, woraus wir wohl schließen dürfen, daß das notorische Überwiegen der Pflanzenwelt eine fundamentale Einrichtung im Naturhaushalt ist. Und wenn wir dann diese Tatsache von menschlichen Gesichtspunkten aus betrachten und

die Frage aufwerfen, welchen Zweck wohl jenes Vorwalten der Flora in bezug auf das Gedeihen beider Organismenreiche haben möge, so standen wir bis vor kurzem noch vor einem großen Rätsel. Neuere Untersuchungen haben aber nun in betreff der mikroskopischen, flottierenden Pflanzenformen festgestellt, daß dieselben in unseren Gewässern die hochwichtige Rolle nicht bloß von Nährmaterial für die mit ihnen zusammenlebenden Tiere spielen, sondern daß sie auch als fleißige Produzenten von Sauerstoff für die Erhaltung des tierischen Lebens eine unerläßliche Vorbedingung bilden. Diese wichtige Feststellung knüpft sich an die Namen N. Zuntz und K. Knauthe.*) Es ist zum Verständnis der inneren Ökonomie unserer Gewässer unumgänglich, daß wir von den Ergebnissen der betreffenden Forschungen Kenntnis nehmen. Eine kurze Betrachtung wird uns mit der Sachlage bekannt machen. Alle organischen Wesen, die Tiere sowohl wie die Pflanzen und gleichviel ob es sich um kleine oder in die Augen fallende Geschöpfe handelt, verbrauchen bei ihrer Atmung beständig Sauerstoff und dieses für die Unterhaltung des Lebensprozesses unentbehrliche Gas wird ausschließlich von den Pflanzen erzeugt, indem dieselben die von den Tieren ausgeatmete Kohlensäure unter Beihilfe des Sonnen- oder diffusen Tageslichtes zerlegen und den freigewordenen Sauerstoff der Atmosphäre überliefern, aus der ihn alle Landtiere und Landpflanzen je nach Bedürfnis wieder entnehmen. Daß auch das Wasser Luft enthalten muß, damit tierisches und pflanzliches Leben in seinem Schoße möglich sei, ist eine selbstverständliche Anforderung, der — wie es bisher schien — durch den bekannten physikalischen Vorgang der Diffusion aus der Atmosphäre ausreichend entsprochen wurde. Aber als man eingehende Ermittlungen über diese Art der Luftaufnahme anstellte, ergab es sich, daß die Diffusion in größere Tiefen hinab viel zu langsam erfolgt, als daß sie zur Deckung des Bedarfs der da unten lebenden Organismen genügend sein würde. Auch in flachen, stagnierenden und an organischen Stoffen reichen Gewässern ist der Sauerstoffverbrauch seitens der darin lebenden Fauna und Flora so beträchtlich, daß die Zufuhr aus dem Luftmeer zum Ersatz keineswegs hinreicht.

*) Vergl. K. Knauthe: Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biolog. Zentralblatt, XVIII. Bd. Nr. 22, 1898.

Woher kommt aber der benötigte Sauerstoff, wenn ihn die Atmosphäre nicht zu beschaffen vermag? Mancher denkt wohl, wenn hierauf eine Antwort erteilt werden soll, an die zahlreichen im Wasser flottierenden unscheinbar kleinen Algen, aber da früher niemand eine rechte Vorstellung von der außerordentlichen Menge derselben besaß, so schien es, als ob diese dabei gar nicht in Betracht zu ziehen seien. Erst als durch die Ergebnisse der modernen Hydrobiologie das pflanzliche Plankton allgemeiner bekannt geworden war, schien es geboten zu sein, doch einmal zuzusehen, ob demselben wohl zugetraut werden könne, daß es den hohen Sauerstoffbedarf für sich selbst und die im Wasser lebende Tierwelt größtenteils allein bestreiten könne. Und hier setzten nun die bezüglichen Untersuchungen von Zuntz und Knauthe ein*), deren wichtige Resultate sich in folgenden Sätzen zusammenfassen lassen: 1. Die mikroskopischen grünen Pflanzen geben bei Einwirkung des Lichtes so erhebliche Sauerstoffmengen an das Wasser ab, daß dessen Gehalt an diesem Gase auf das mehr als Dreifache desjenigen Wertes wächst, welcher beim vollkommenen Ausgleich mit dem Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erreicht wird; 2. diese Sauerstoffentwicklung erfolgt so rapide, daß im hellen Sonnenschein schon binnen weniger Stunden maximale Werte (d. h. 24 Kubikzentimeter Oxygen für 1 Liter Wasser) erreicht werden; 3. bei dieser energischen Sauerstoffentwicklung wird häufig nicht nur die gesamte vom Wasser absorbierte Kohlensäure verbraucht, sondern auch ein Teil der an Alkalien gebundenen; 4. Zufuhr von Kohlensäure steigert die Sauerstoffentwicklung außerordentlich; 5. bei diffusem Tageslicht ist die Sauerstoffentwicklung auch noch lebhaft genug, um den Gehalt des Wassers fast auf das Doppelte der dem Absorptionskoeffizienten entsprechenden Zahl zu steigern, d. h. auf 12 bis 14 Kubikzentimeteter gegen 7 in 1 Liter des durch Schütteln mit Luft gesättigten Wassers; 6. selbst der Mondschein hat in klaren Nächten noch eine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes zur Folge; 7. im Dunkeln sinkt der Sauerstoffgehalt sehr rasch und erreicht bei Sommertemperatur in 5 bis 6 Stunden die unterste, mit dem Leben der karpfenartigen Fische — die bekanntlich ein sehr mäßiges Luftbedürfnis be-

*) Die quantitativen Gasbestimmungen wurden dabei mit dem sogenannten „Tenaxapparat" ausgeführt.

sitzen — noch verträgliche Grenze. Diese äußerst wichtigen Ergebnisse sind noch ganz neuen Datums (189*) und sie haben noch keineswegs die allgemeine Berücksichtigung gefunden, welche sie verdienen. Und wie im Süßwasser, so sind auch im Meere die planktonischen Algen (insbesondere die Bazillariazeen) an der Beladung des Wassers mit Sauerstoff lebhaft beteiligt. Nach einer hierauf bezüglichen Untersuchung, die von Knudsen und Ostenfeld-Hansen*) neuerdings angestellt worden ist, enthielt 1 Liter Meerwasser ohne Bazillariazeen 6,27 Kubikzentimeter Sauerstoff; mit Schweb-Algen dagegen im Lichte nach 3 Stunden bereits 17,27 Kubikzentimeter. Die Bazillariazeen hatten somit in jener kurzen Zeit 11 Kubikzentimeter Sauerstoff entwickelt, während sie bei einem Kontrollversuche im Dunkeln während derselben Zeit 2,34 Kubikzentimeter verbrauchten. Daß auch die übrigen chromophyllführenden Pflanzen durch ihren Assimilationsprozeß den Sauerstoffgehalt des Wassers zu steigern vermögen, bedarf nicht erst ausdrücklicher Erwähnung, weil wir darüber längst unterrichtet sind. Sie erreichen aber in jener Hinsicht keinesfalls die Wichtigkeit der Planktonflora, weil die Repräsentanten der letzteren ja durch die ganze Wassermasse der Seen und Teichbecken verteilt sind, und somit ihren Einfluß auf die Durchlüftung überall ausüben können, während die längs des Ufers wachsenden Pflanzen im Vergleich dazu doch nur ein sehr beschränktes Gebiet inne haben.

Das Vorhandensein einer äußerst artenreichen und auch quantitativ beträchtlichen schwebenden Flora in unseren Binnengewässern sowohl als auch im Meere erklärt sich, wie wir sehen, aus dem bedeutsamen Umstande, daß diese mikroskopischen Pflanzenwesen die unausgesetzt tätigen Sauerstofflieferanten für die gesamte Wasserfauna sind. Eine mannigfaltige und kräftig vegetierende Hydroflora ist somit die erste Vorbedingung für das Gedeihen zahlreicher tierischer Wesen an derselben Lokalität, weil die Pflanzen in doppelter Hinsicht (als direkte Nahrungsspender sowohl als auch in ihrer Eigenschaft als Wasserdurchlüfter) der Entwicklung höheren und niederen Tierlebens in gleichem Grade Vorschub leisten.

---

*) Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlensäuregehalte des Meerwassers und dem Plankton des Meeres. Ann. d. Hydrographie und maritim. Meteorologie XXIV. Bd.

Im Anschluß an obige Mitteilungen bietet sich uns nun auch Gelegenheit dar, von der sogenannten Selbstreinigung der Gewässer zu reden, welche darin besteht, daß sich ein durch organische Abfälle verschmutzter Fluß, Teich oder See im Laufe der Zeit ganz von selbst wieder saniert und seine frühere Integrität in bezug auf klares und geruchloses Wasser allgemach wieder gewinnt. Das eklatanteste Beispiel eines solchen Reinigungsvorganges bieten jene Flüsse dar, welche beim Durchfließen großer Städte alle möglichen Abwässer und Unsauberkeiten der menschlichen Haushalte und Fabrikationsbetriebe in sich aufnehmen. Nicht selten bieten solche Gewässer einen ekelerregenden Anblick dar und unsere Nase wittert von weitem schon die unangenehme Ausdünstung derselben. Aber schon 10 bis 15 Kilometer unterhalb des Austritts aus dem Bereiche der Verschmutzungsstelle sehen wir den Fluß bereits appetitlicher werden. Alsbald schaut er uns wieder als dasselbe reine und unschuldige Naturkind an, welches er war, bevor er die große Stadt passierte, die ihm so übel mitspielte, als er an ihr vorbeifloß.

Es hat lange gewährt, ehe man sich diese Tatsache richtig zu erklären vermochte; aber nun wissen wir, wie es bei der Selbstreinigung zugeht und wodurch sie in jedem Falle bewirkt wird. Mikroskopische Pflanzen und Tiere sind hauptsächlich dabei beteiligt, nachdem eine Sedimentation der gröberen Verschmutzungsstoffe stattgefunden hat. Zunächst bemächtigen sich die Bakterien des Flusses der zugeführten organischen Nahrung; es treten dadurch Fäulnisprozesse ein unter starker Vermehrung der Spaltpilze, die aber meist ganz unschädlichen Arten angehören. Als Fäulnisprodukte ergeben sich dann Ammoniak, Essigsäure, Schwefelwasserstoff, Tyrosin, Leucin, Peptone usw. Diese werden von den Schwebalgen und Uferpflanzen assimiliert. Wenn aber Flagellaten (Euglena), ein- und mehrzellige Mikrophyten und höhere vegetabilische Formen sich der Arbeit widmen, jene Fäulnisprodukte sich einzuverleiben und Eiweißsubstanz, Stärke und Fett daraus zu machen, so stellen sich bald auch allerlei tierische Wesen ein, welche ihrerseits die Algen als sehr begehrte Nahrung verzehren. Auch die unlöslichen schwebenden organischen Teilchen werden von Tieren gefressen oder durch Bakterienwirkung zum Teil in gelösten Zustand versetzt, wonach sie der Assimilation durch Wassergewächse aller Art anheimfallen.

Auf diesem Wege kommt es binnen kurzer Zeit (unter lebhafter Vermehrung der reichlich Nahrung findenden Tiere und Pflanzen) zu einem vollständigen Verbrauch der in den Fluß (oder See) eingeschwemmten Schmutzstoffe, so daß schließlich der normale Zustand des Wassers wieder hergestellt wird. Nur wenn der Fluß mit organischen Abfällen überladen ist, dann hat die Selbstreinigung desselben mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen oder ist überhaupt unmöglich. Die Fäulnisprozesse bekommen dann die Oberhand und vergiften zuletzt den ganzen Fluß, so daß jedes tierische und pflanzliche Leben darin zugrunde geht. Es treten dann auch jene tierischen und pflanzlichen Abwasser-Organismen (Beggiatoa-, Oscillatoria-Arten und gewisse Infusorien) auf, welche überall da, wo sie sich zeigen, als Verräter von mißlichen Wasserverhältnissen anzusehen sind. Manche Spezies kommen so konstant in verschmutzten Flüssen und Seen vor, daß man berechtigt ist, sie als Leitformen zu betrachten, welche schon durch ihre bloße Gegenwart bekunden, bis wie weit sich die von einer Kloake oder Fabrik ausgehende Verunreinigung erstreckt.

Bei der Selbstreinigung trägt übrigens der von den Pflanzen ausgeschiedene Sauerstoff auch direkt zur Oxydation der gelösten organischen Substanzen bei; aber zum größten Teile werden letztere auf assimilatorischem Wege durch die zahlreichen Vertreter der niederen Flora und Fauna des Wassers beseitigt, resp. auf ein für das Gedeihen von beiden hinreichendes Maß reduziert.

Anderenteils ist es aber auch klar, daß eine gewisse Menge von organischen Abfallstoffen (Fäkalien, Pflanzenresten usw.) einem Gewässer alljährlich zugeführt werden muß, wenn das Tier- und Pflanzenleben in demselben fortbestehen soll. Stünde es in unserer Macht, eine solche Zufuhr gänzlich abzuschneiden, so würde in kurzer Zeit nicht nur der ganze Bestand von kleinen Krustazeen in dem betreffenden See aussterben, sondern auch die meisten Fische. Letzteres darum, weil ja der größere Teil derselben von eben jenen Krebsen lebt und der andere von denjenigen ihrer eigenen Stammesgenossen, deren Nahrung dieselben Krustazeen bilden. So verwandelt sich also die in das Wasser hineingeschwemmte tote organische Substanz wieder zu neuem Leben, indem sie zum Aufbau des Körpers jener niederen Tiere dient, von denen die Mehrzahl der Fische sich

nährt — mindestens in ihrem Jugendzustande. Aber dies ist nur die erste Stufe zu einer kontinuierlichen Verkettung ganz verschiedener Lebenskreise. Denn der Fisch wird gelegentlich vom Reiher und vom Fischotter gefressen, oder er erfüllt seine eigentliche ökonomische Bestimmung, indem er auf der Speisetafel des Menschen erscheint. In allen diesen Fällen jedoch sind es unscheinbare, winzige Wassertiere, mit denen dieser Kreislauf anhebt und die ihn überhaupt erst ermöglichen. In eine solche Beleuchtung gerückt, dürfte die mikroskopische Lebewelt unserer Gewässer auch demjenigen beachtenswert erscheinen, der bisher höchstens vielleicht von ihrer Existenz, aber nicht näher über die innigen Beziehungen unterrichtet war, in welchen dieselbe zur Ernährung der Fischfauna steht.

Man kann hier von einem „Kreislauf der organischen Substanz" (A. Weismann) sprechen; aber diesen hat man sich nicht so vorzustellen, daß jedes Teilchen organischer Substanz immer wieder von neuem die ganze Stufenleiter von unten an bis zum Fisch, zum Vogel oder gar bis zum Menschen durchlaufen müßte, ehe er wieder der Verwesung anheimfällt, sondern es kann von jeder Stufe an der Kreislauf aufs neue beginnen. Wird ja doch nicht jedes Tier von einem anderen verzehrt, sondern es sterben doch auch viele eines natürlichen Todes. Auch bilden viele Arten die Nahrung für andere, die nicht höher organisiert sind, als sie selbst. Leptodora und Bythotrephes (vergl. Fig. 8 und 9) ernähren sich von ihren eigenen Verwandten und erst wenn sie selbst wieder von Fischen weggeschnappt werden, gelangt die organische Substanz dazu, einem höheren Organismus zum Aufbau zu dienen.

Für sentimental veranlagte Gemüter ist dieses beständige Fressen und Gefressenwerden ein höchst unerfreulicher Anblick; die Natur scheint Leuten solcher Art nur das Schauspiel einer fortwährenden Zerstörung darzubieten. Aber dies wäre doch eine sehr einseitige Auffassung dessen, was wirklich vorgeht. Man könnte doch auch mit Carl Ernst von Bär, dem berühmten russischen Naturforscher, einer ganz anderen, versöhnlicheren Ansicht huldigen und es als eine schöne Veranstaltung betrachten, daß die „Nahrung selbst eine Zeitlang lebendig ist und sich des Daseins freut". Es gibt auch einen biologischen Optimismus, mit dessen Augen angesehen die Natur durchaus kein ewig verschlingendes, ewig wiederkäuendes

Ungeheuer ist, sondern vielmehr eine aus Tod und Verwesung immer neues unerschöpfliches Leben hervorzaubernde Göttin, deren Walten unsere Bewunderung um so mehr herausfordert, je genauer wir uns mit ihm durch ernste Studien bekannt machen.

---

## XV. Einige Bemerkungen über das Plankton flacher Tümpel und Teiche.

Wir haben bisher immer nur schlichtweg den Namen „Plankton" gebraucht, um die im freien Wasser flottierende Organismenwelt in der Vorstellung von jener anderen zu trennen, welche in der Uferzone oder auf dem Grunde ihre Wohnstätte hat. Aber wenn wir uns näher mit unseren heimatlichen Gewässern beschäftigen, so gewahren wir sehr bald, daß das Plankton großer und tiefgründiger Wasseransammlungen, die wir als „Seen" bezeichnen, vielfach in seiner Zusammensetzung verschieden ist von dem, welches in kleinen Lachen und Teichen angetroffen wird. Ich sah mich daher seinerzeit veranlaßt, ein besonderes Teichplankton (Heleoplankton) von dem eigentlichen Seenplankton (Limnoplankton) zu unterscheiden. Auch andere haben diese Maßnahme gebilligt und so will ich in vorliegendem populären Buche auf die Tatsachen, welche der Aufstellung jener beiden Kategorien zugrunde liegen, in aller Kürze zurückkommen.

Im allgemeinen besteht, wie ich gleich hervorheben will, ein anerkannter Unterschied von Seen und Teichen in biologischer Hinsicht darin, daß gewisse, dem Schwebleben angepaßte Organismen in ersteren weit zahlreicher auftreten als in letzteren, und daß einige von den im Teichplankton ganz besonders häufig vorfindlichen Tier- und Pflanzenwesen den Seen gänzlich zu fehlen scheinen, oder doch nur ausnahmsweise in denselben zu konstatieren sind. Das Plankton der Seen ist überhaupt viel weniger mannigfaltig als dasjenige der flachen Wasserkörper, und man kann deshalb viel leichter eine negative Charakteristik vom Limnoplankton geben, als eine positive. Auf Grund von recht weit ausgedehnten Forschungen in den verschiedensten Gegenden Deutschlands, wobei mehr als hundert Teiche und Seebecken zur Unter-

suchung kamen, vermag ich unbedenklich den Satz aufzustellen, daß in der Schwebflora flacher Gewässer ganz andere Algenarten dominieren, als in derjenigen von tiefen Becken. So z. B. spielen die Protokokkazeen und Desmidiazeen in den Teichen eine viel hervorragendere Rolle als in den Seen, wo sie wohl gelegentlich auch vorkommen, aber niemals in solcher Anzahl, daß sie als typische Mitglieder des Planktons betrachtet werden könnten. Einige wenige Ausnahmen sind freilich bekannt geworden. Auch gewisse Blaualgen (Anabaena, Aphanizomenon und Clathrocystis) gelangen in Teichgewässern zu einer üppigeren Entwicklung als in Seen. Indirekt wird meine Beobachtung hinsichtlich der Desmidieen auch von dem schweizerischen Pflanzenforscher Chodat bestätigt, welcher in einer seiner Abhandlungen*) wörtlich sagt: „Einer der hervorragendsten Charakterzüge der planktonischen Flora unserer Seen ist die Abwesenheit der Desmidieen, welche zu den sonst verbreiteten Gattungen Cosmarium, Euastrum, Staurastrum etc. gehören". Nach neueren eigenen Erfahrungen, die mir zu Gebote stehen, möchte ich in betreff gewisser Algenspezies (wie z. B. Golenkinia radiata, Dictyosphaerium pulchellum und auch Scenedesmus quadricauda) die Behauptung aussprechen, daß ihre außerordentliche Vermehrung in manchen Teichen dem Plankton dieser letzteren ein Aussehen verleihen kann, wodurch sich dasselbe sofort (unterm Mikroskop natürlich) von jedem Limnoplankton unterscheiden läßt, weil ein derartiges Hervortreten jener Gattungen in großen Gewässern niemals zu bemerken ist.

In einem der größeren Teiche des Zoologischen Gartens zu Hamburg fischte ich gelegentlich ein pflanzliches Plankton, welches fast nur aus Scenedesmus-Arten (quadricauda, dimorphus, obliquus, acutus und obtusus), sowie aus Closterium cornu bestand. Innerhalb eines Sees würde eine derartige Komposition zu den Unmöglichkeiten gehören. Die Anwesenheit von Scenedesmus in einem Gewässer zeugt stets für dessen sumpfige Beschaffenheit; ebenso ist das Vorkommen zahlreicher Desmidieen in Torftümpeln an die reichlich darin enthaltenen löslichen Humusstoffe gebunden.

Nicht minder spricht die Gegenwart zahlreicher Coenobien

*) Études de Biologie lacustre, 1898.

von Pediastrum und das häufigere Auftreten der Zellbündel von Rhaphidium polymorphum unzweifelhaft für den Teichcharakter einer Wasseransammlung, wenn dieselbe auch landschaftlich den Eindruck eines Seebeckens machen sollte.

Eine fernere Eigentümlichkeit der Teiche ist das spärliche Vorhandensein der Bazillariazeen in ihrer Mikroflora, und namentlich gilt dies bezüglich der Schwebformen dieser Algengruppe. Diese Erscheinung ist auch schon von anderen Planktologen (B. Schröder) registriert worden. Nur Asterionella findet sich manchmal in einiger Häufigkeit.

Das Tümpel- und Teichplankton unterscheidet sich also besonders durch seine größere Mannigfaltigkeit an grünen Mikrophyten vom Seeplankton. Überdies auch noch durch die starke Beteiligung gewisser Rädertiergattungen an seiner Zusammensetzung. Es sind das hauptsächlich Brachionus-Spezies, sowie außerdem noch Schizocerca diversicornis und Pedalion mirum. Fischt man im freien Wasser eines Wasserbeckens, also fern vom Ufer, eine größere Anzahl von Brachionus-Individuen gleichviel welcher Art auf, so kann man mit Sicherheit die Diagnose stellen, daß sein Plankton auch im übrigen Teichcharakter haben wird. Der bekannte Algolog E. Lemmermann hat diese Tatsache auch seinerseits bestätigt gefunden.

Mit Überraschung habe ich andernteils wahrgenommen, daß so exquisit dem Schwebleben angepaßte Bazillariazeen, wie es Attheya und Rhizosolenia (Fig. 31 und 32) sind, auch in völlig seichten Gewässern (Karpfenteichen) in großer Anzahl an der Zusammensetzung des Heleoplanktons teilnehmen, so daß man von dem Vorkommen dieser Gattungen nicht ohne weiteres auf die Seen-Natur des betreffenden Gewässers schließen darf.

Auch zwei Arten limnoplanktonischer Wassermilben (worunter man sich kleine spinnenähnliche Gliedertiere vorzustellen hat), die in den meisten großen Seen zu finden sind, habe ich vielfach in kleinen Zier- und Promenadenteichen gefangen. Es sind das Atax crassipes und curvipes rotundus.

Man kann also mit einigem Vorbehalt (weil die Untersuchungen darüber noch im Gange sind) sagen, daß sich die meisten limnoplanktonischen Arten auch in Teichen wiederfinden; aber im umgekehrten Sinne aufgestellt, würde dieser Satz durch viele Tatsachen widerlegt werden, weil es eine ganze Menge

Komponenten des Heleoplanktons gibt, die niemals oder höchstens ganz sporadisch in Seen angetroffen werden.

## XVI. Das Plankton der Flüsse (Potamoplankton).

Daß nicht bloß stehende, sondern auch langsam fließende Gewässer Plankton enthalten, ergibt sich aus der leicht zu konstatierenden Tatsache, daß abgedämmte Flußschleifen, wie sie bei Regulierungsarbeiten entstehen, binnen kürzester Frist (d. h. schon im Laufe eines einzigen Sommers) eine recht mannigfaltige schwebende Organismenwelt zeigen, die nicht erst durch Verschleppung (vergl. Kap VIII) dahin gelangt sein kann. Für eine solche Besiedelung würde überhaupt die kurze Zeit von wenigen Monaten nicht ausreichen. Auch da, wo das Wasser eines Flusses dazu benützt wird, um neu angelegte Teichbecken zu füllen, kann man beobachten, daß in denselben schon nach einigen Wochen planktonische Algen, Flagellaten, Rädertiere usw. in bedeutender Anzahl zu finden sind. Daraus ergibt sich logischerweise der Schluß, daß alle diese Wesen schon in dem zur Bespannung herbeigeleiteten Wasser, d. h. in dem Flusse, der es spendete, enthalten gewesen sein müssen; sei es in der Form von Eiern bezw. Keimen oder in Gestalt vollkommen entwickelter Individuen.

Die direkte Beobachtung von verschiedenen Flüssen hat nun ergeben, daß beides der Fall ist; aber die erwachsenen Planktontiere und vollkommen entwickelten Schwebpflanzen sind in der Mehrzahl vorhanden. Ich habe den Oderstrom bei Oppeln — wenn auch nur flüchtig — untersuchen können, und in einer einzigen kleinen Fangprobe von da sofort 8 Algenspezies, 6 Rädertierarten, 2 Kopepoden (Cyclops und Diaptomus) sowie eine Bosmina (longirostris) nachgewiesen. Später habe ich die Eider bei Rendsburg, die Schlei bei Schleswig, die Lahn bei Marburg, die Havel bei Werder, die Dahme bei Grünau und die Elbe bei Dresden untersucht — alle mit dem Erfolg, daß stets reichlich Planktonwesen im fließenden Wasser vorfindlich waren.*)

*) Neuerdings (1906) ist von F. Ruttner (Mikroflora der Prager Wasserleitung) auch ein Beitrag zur Kenntnis des Potamo-

Als die Hauptentwicklungsstätten des Potamoplanktons müssen die stillen Buchten angesehen werden, welche sich trotz aller Flußkorrektionen doch noch da und dort erhalten haben. In diesen Dorados, welche als Teiche anzusehen sind, die in offener Kommunikation mit dem eigentlichen Flußlaufe stehen, entwickelt sich namentlich während der warmen Jahreszeit ein sehr reiches Plankton. Dieses wird entweder durch den Wind, der das Wasser zuweilen in den Fluß hinübertreibt, portionsweise in letzteren übergeführt, oder der Fluß nimmt es, wenn er infolge von Regengüssen steigt, direkt in sich auf, indem er jene Buchten überschwemmt. Daß bei langsam sich fortwälzenden Strömen (und namentlich im Mittellaufe derselben) sich auch manche Wesen im Flusse selbst vermehren können, ist gewiß nicht ausgeschlossen, aber es dürfte doch nur eine Minderzahl sein. Das, was eigentlich im Flusse treibt, wird wesentlich nur das sein, was die Buchten in ihrem Schoße erzeugt haben. Wenn nun an einem großen Flusse (z. B. am Rhein) das Potamoplankton genau studiert und zu verschiedenen Zeiten des Jahres wissenschaftlich genau untersucht wird, so wird man aus den so erhaltenen Befunden wichtige Schlüsse auf die gute oder schlechte Beschaffenheit des Wassers innerhalb gewisser Strecken zu ziehen in der Lage sein. Namentlich wird man auf solchem Wege dazu gelangen, sich ein sicher fundiertes Urteil über den Umfang von Flußverunreinigungen zu bilden, wie sie durch Fabriken oder sonstige technische Betriebe bewirkt werden. Denn es wird sich sofort bei der mikroskopischen Beschau einer Planktonprobe aus verunreinigtem Flußwasser zeigen, inwieweit die Algen und die auf sie hinsichtlich ihrer Nahrung angewiesenen Tiere bereits Schaden gelitten haben. Der so erhaltene Befund wird dann weiter ermessen lassen, inwiefern auch der Fischbestand einer solchen in chemischer Beziehung verseuchten Strecke gefährdet ist: denn dieselben Schädigungen, welche die Kleinflora und die Kleinfauna erkranken lassen und dezimieren, werden nach Verlauf einer längeren Zeit auch die Fische angreifen und

---

planktons der Moldau geliefert worden, woraus das Prager Gebrauchswasser bekanntlich entnommen wird. In dieser Abhandlung (Archiv d. Naturw. Landesdurchforschung XII. Bd. Nr. 4) werden auch eine Reihe von Periodizitäts-Kurven in betreff verschiedener Planktonorganismen mitgeteilt.

deren Wegsterben verursachen. Wir besitzen jetzt in Berlin eine Königliche Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, welche bei ihrer gemeinnützigen Tätigkeit auf den bisherigen Ergebnissen der Hydrobiologie fußt und dieselben zugunsten der in hygienischer Hinsicht so wichtigen Reinhaltung der öffentlichen Gewässer zu verwerten sich bestrebt. Diese Anstalt arbeitet mit einem ganzen Stabe von Beamten, der aus Zoologen, Botanikern, Bakteriologen und Chemikern besteht. Aus ihren offiziellen Berichten geht schon jetzt hervor, daß der Versuch einer Nutzbarmachung der Errungenschaften, welche die wissenschaftliche Erforschung der Binnengewässer seit Errichtung von biologischen Stationen zu verzeichnen gehabt hat, als vollständig gelungen zu betrachten ist.

Bei dieser Sachlage würde es natürlich von großem Belang sein, wenn man auch dem Flußplankton ein eingehenderes Studium widmen könnte und es ist deshalb ein beachtenswerter Vorschlag von Professor R. Lauterborn gewesen, daß man auch an einem unserer großen Ströme (z. B. am Rhein) eine ständige biologische Beobachtungsstation begründen oder noch besser ein schwimmendes Observatorium (anstatt einer seßhaften Anstalt) in Betrieb setzen möchte, welches, von Ort zu Ort sich fortbewegend, die Möglichkeit darböte, den ganzen Rhein, von dessen Oberlauf bis zur Mündung, von planktologischen Gesichtspunkten aus zu beobachten.

In Nordamerika, dem Lande der kräftigen Initiative, hat man schon 1894 die Erforschung eines großen Flußgebietes in Angriff genommen, nämlich dasjenige des Illinois, und gegenwärtig befindet sich zu Habana (Ill.) ein wohl dotiertes Staatslaboratorium, wo man hauptsächlich potamoplanktonische Studien betreibt. Das spezielle Forschungsgebiet dieser Station bildet der Illinoisfluß und die ihm angehörenden Gewässer. Das Gefälle dieses Stromes (der den früheren Abfluß des Michigansees darstellen dürfte) ist sehr gering: etwa 30 Fuß auf 225 engl. Meilen; zu Zeiten des Hochwassers beträgt das überschwemmte Gebiet etwa 700 Quadratmeilen. Dank der Dämme entstehen am Flusse eine Serie fast ruhender Wasseransammlungen. Unter diesen Umständen bietet das Illinois-Gebiet im Laufe des Jahres außerordentlich mannigfaltige Lebensbedingungen für Wasserorganismen dar.

Bei hohem Wasser ist es ein einziges großes Becken; nach Rückgang des Wasserspiegels bleiben eine Anzahl getrennter, charakteristischer und verschiedener Gebietsteile zurück, die sehr differente Faunen und Floren beherbergen. Bei niedrigem Wasserstand liegen im nächsten Umkreise der Station eine große Menge Wasserbecken, die sich zu Untersuchungen sehr mannigfaltiger Art eignen. Als Zweck dieser potamobiologischen Station wurde seinerzeit von deren Leiter Professor S. A. Forbes folgendes angegeben: „Studium der Lebensformen (Tiere und Pflanzen) eines großen Flußgebietes in allen ihren Stadien in betreff ihrer Unterscheidungsmerkmale, ihres örtlichen Vorkommens, bezüglich ihrer Verbreitung und Häufigkeit sowie in Ansehung ihres gesellschaftlichen Zusammenlebens, ihrer Abhängigkeit voneinander und ihrer Existenzbedingungen. Kurz, wir tun unser möglichstes, um das Gebiet des Wasserlebens in einem weit ausgedehnten Distrikt von Nordamerika im allgemeinen und speziellen zu enthüllen und die biologischen Verhältnisse daselbst allseitig zu beleuchten."

Sehr viel später wurde von seiten russischer Naturforscher am Wolgaflusse (zu Saratow) gleichfalls eine wissenschaftliche Station begründet mit der Bestimmung, dem Studium der Tier- und Pflanzenformen dieses mächtigen Stromes ausschließlich zu dienen und damit eine feste Grundlage für die Biologie der potamischen Organismen zu schaffen.

So ist nun auch das tierische bzw. pflanzliche Leben in großen Strömen und Flüssen zum Gegenstande eingehender Forschungen geworden, wodurch die gleichgerichteten Untersuchungen an den stagnierenden Wasserkörpern (d. h. an unseren Seen und Teichen) eine wertvolle Ergänzung erfahren, deren praktischer Nutzen im Hinblick auf die Bestrebungen der öffentlichen Gesundheitspflege nach und nach immer mehr zutage treten wird.

# XVII. Über das Verhältnis der Hydrobiologie zum Fischereiwesen.

In einer kleinen Abhandlung*) vom Jahre 1893 habe ich auf die Beziehung der Hydrobiologie und Planktonkunde bereits mit folgenden Worten hingewiesen: „Es lassen sich planktonreiche und planktonarme Seen unterscheiden. Man wird deshalb künftig, um beim Ankauf oder der Pachtung eines Gewässers rationell zu verfahren, dasselbe in bezug auf die durchschnittlich darin erzeugte Planktonmenge prüfen müssen. Wenig Gehalt an tierischem Plankton besagt dann, daß der fragliche See oder Teich kein gutes Nährwasser für die Aufzucht von Fischen ist, wogegen ein reichliches Ergebnis in der angegebenen Hinsicht die entgegengesetzte Schlußfolgerung gestattet. Man wird somit in Zukunft die Gewässer ebenso einer „Bonitierung" unterziehen müssen, wie die schon seit langem einer solchen Abschätzung unterworfenen Bodenflächen, welche zum Anbau von Kultupflanzen dienen."

Dann kam später der norwegische Zoolog Hartvig Huitfeldt-Kaas und faßte das, was ihm seine eigenen Beobachtungen gelehrt hatten, im nachstehenden Satze zusammen: „Als ich im Sommer 1895 bei meinen Fischereiuntersuchungen zum ersten Male Plankton in verschiedenen Gewässern sammelte, wurde ich darauf aufmerksam, daß die reichsten Planktongewässer auch gute Fischwasser waren. Gleichzeitig fand ich auch, daß die besten Fischgewässer seicht waren oder größere seichte Partien besaßen, so daß geringe Tiefe, Planktonfülle und Fischreichtum in den meisten Fällen in demselben Wasser vereint waren." Diese Mitteilung entstammt einem Vortrage, den der Genannte am 10. März 1898 in der Biologischen Gesellschaft zu Christiania gehalten hat. Am Schlusse seiner Darlegung wies derselbe Forscher noch direkt auf die nahe Beziehung der Hydrobiologie zur Fischerei hin, indem er sagte: „Außer dem direkten Nutzen, den man aus der Kenntnis des Planktons als Fischnahrung ziehen kann, wird das Plankton außerdem immer eine Richtschnur sein zur Beurteilung des

*) Die mikroskopische Organismenwelt des Süßwassers in ihrer Beziehung zur Ernährung der Fische. Rendsburg 1903. (Gelegenheitsschrift.)

Produktionsvermögens eines Gewässers im ganzen genommen, insofern Reichtum an Plankton auch gleichbedeutend ist mit dem Reichtum an Nahrungsstoffen für die Fische". So ist also schon vor Jahren von zwei Seiten her auf den innigen Zusammenhang, in welchem die Wissenschaft der Planktologie zur Frage der Fischernährung steht, nachdrücklich hingewiesen worden.

Alsbald trat nun in Deutschland ein wissenschaftlich wohl orientierter Vertreter der praktischen Teichwirtschaft, Dr. Emil Walter, mit dem Vorschlage auf den Plan, die Bonitierungsmethode tatsächlich für die Teichwirtschaft nutzbar zu machen. Es begründete die Befürwortung dieser Maßnahme in einer gemeinverständlichen Schrift, in der er hervorhebt, daß nicht die Fische, sondern deren Nährtiere den ökonomischen Wert eines Gewässers bestimmen. Das entsprach vollständig dem von den Fachbiologen festgestellten Sachverhalt, und wir müssen Walter das Verdienst zuschreiben, daß er dessen Bedeutung für den praktischen Betrieb der Teichwirtschaft als einer der ersten sofort richtig erkannt hatte. „Es ist von Wichtigkeit," sagt er in seiner größeren Publikation*), „daß der Fischzüchter sich von Zeit zu Zeit über den Stand seiner Fischweide unterrichte, damit er als guter Hausvater wisse, ob es etwa an Brot für seine Pfleglinge mangele, oder ob sie im Überflusse schwelgen, damit er sein Verhalten danach einrichten könne. Auch bei erstmaligen Besetzungen von Gewässern mit Fischen, sowie bei vielen anderen Gelegenheiten tut eine solche Nahrungsuntersuchung gute Dienste. Dieselbe ist leicht auszuführen; sie kann aber in der Praxis nur auf Schätzungen beruhen, etwa in derselben Weise, wie der Viehzüchter die Qualität der Weide taxiert, und da die Verhältnisse im Wasser nicht so klar vor Augen liegen, wie auf der Viehweide, so muß sich der Fischzüchter in der Abschätzung der Fischgewässer erst einige Übung erwerben, die er aber bei vergleichender Untersuchung verschiedener und ungleich produktiver Gewässer bald erlangen kann.

Da und dort sind nun auch Stimmen laut geworden, die

*) E. Walter: Eine praktisch verwertbare Methode zur quantitativen Bestimmung des Teichplanktons. 1895 — Vergl. auch desselben Verfassers Lehrbuch: Die Fischerei als Nebenbetrieb des Landwirts und Forstmanns. 1903.

von einer derartigen Bonitierung nicht viel halten, weil sie meinen, daß das Gedeihen der Fische „nicht bloß" von der Quantität und Qualität des Planktons abhänge, sondern daß dabei auch noch die Tierwelt des Ufers und des Teichgrundes mit in Frage komme. Aber solche Bemängler der empfohlenen Schätzungsmethode lassen bei ihren Einwürfen völlig außer acht, daß, wo viel Plankton ist, auch viele der schwebenden Tier- und Pflanzenwesen tagtäglich absterben und auf den Grund sinken müssen, wo sie noch frisch oder im faulenden Zustande den vielen nicht planktonischen Krebstieren, Würmern und Insektenlarven zur Nahrung dienen und auf diese Weise indirekt den Fischen zugeführt werden, weil letztere neben dem Plankton doch auch viele litorale Organismen als Nahrung aufnehmen. Es ist niemals behauptet worden, daß die erwachsenen Fische ausschließlich vom Plankton leben, sondern als Regel gilt dies nur für die jüngsten Altersstufen aller einheimischen Spezies. Vielleicht machen einzig und allein die Maränen hiervon eine Ausnahme; aber im Magen von diesen habe ich auch schon häufig junge Schnecken (Paludina) und Insektenlarven (Chironomus) vorgefunden.

Zweifellos aber leistet die Bonitierung vortreffliche Dienste, wenn es sich um den Zustand von Streckteichen in der Karpfenzucht handelt, wo es gilt, die heranwachsende Brut in möglichst nahrungsreiche Gewässer zu setzen und sie von da in andere, ebensolche zu übertragen, wenn die Weide leer gefressen ist. Bisher verließ sich der Praktiker dabei durchweg auf seine „Erfahrung", erfuhr aber dabei doch recht häufig, daß diese ihn namentlich dann im Stiche zu lassen pflegte, wenn es gerade recht notwendig gewesen wäre, sich ihrer zu bedienen.

Freilich ist zuzugeben, daß die Anwendung der süßwasserbiologischen Ergebnisse auf den Gesamtbetrieb der Fischereiwirtschaft nicht so einfach ist, wie dies sich manche Praktiker vorstellen. Es sprechen außer dem Plankton ganz gewiß auch mancherlei andere Faktoren mit, von denen wir noch gar keine ausreichende Kenntnis haben. Wissen wir doch z. B. schon, daß großer mikroskopischer Pflanzenreichtum neben seiner wertvollen Funktion als Nährstoffspender auch den Nachteil einer stärkeren Beschattung besitzt, wodurch die in seinem Bereich liegenden Wasserschichten kühl gehalten werden. Das ist

besonders der Fall bei solchen Gewächsen, deren assimilierende Blattorgane sich flächenhaft an der Oberfläche der Teiche ausbreiten. Dazu kommt auch noch, daß eine üppige Wucherung der aquatischen Flora dem Teichboden sehr viel Nährstoff entzieht, welcher zur Vermehrung der mikroskopischen flottierenden Algen verwendet werden könnte, die bekanntlich ein direktes Futter für viele Spezies von Infusorien und Krustazeen bilden. Andernteils bieten die höheren Pflanzenformen eines Teiches auch Verstecke und Unterstandsgelegenheiten für manche Fische dar, wie sie ja auch nicht minder für die Eierablage zur Laichzeit ein notwendiges Erfordernis sind. Fernere derartige Einsichten können nur nach und nach erworben werden und die Interessenten der Teichwirtschaft müssen sich selbst eingehender mit Beobachtungen, die ihr Fach angehen, befassen. Es ist auch vielleicht zu erhoffen, daß sich tüchtige Gelehrte in solchem Grade mit dem Betriebe der Fischzüchterei vertraut machen und ihr biologisches Wissen auf dieselben anwenden, um dann energisch an der Lösung der zahlreichen praktischen Probleme mitarbeiten zu können.

In neuester Zeit hat sich namentlich Prof. N. Zuntz, Direktor des Tierphysiologischen Instituts an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin, um die Klärung zahlreicher fischereiwissenschaftlicher Fragen mit Erfolg bemüht und er hat eine Reihe von Tabellen entworfen, welche die Ergebnisse jahrelanger Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt zeigen. Sie geben in ihrer Gesamtheit hauptsächlich einen Überblick über die Bedingungen, von welchen der Erfolg der Karpfenzucht, speziell in Teichen, abhängt und enthalten auch Hinweise, durch deren Benutzung dieser Erfolg gefördert werden kann. Als Grundlage aller Berechnungen über die in Teichen zu erzielenden Nährerfolge müssen wir den Stoffverbrauch der Fische kennen. Tafel 1 (von Zuntz) zeigt uns dessen wechselnde Größe in Abhängigkeit von der Temperatur des Wassers und von der Jahreszeit. Ein weiteres entscheidendes Moment für den Verbrauch auf 1 kg Lebendgewicht ist die Körpergröße der Tiere; ihren Einfluß erläutert die zweite Tafel. Es ist auf diesen beiden Tafeln als Maß des Stoffverbrauchs die Menge des durch die Atmung aufgenommenen Sauerstoffs, die Menge der als Verbrennungsprodukt gebildeten Kohlensäure und die ausgeschiedene Stickstoffmenge aufgeführt. Letztere als Maß

des Zerfalls und damit des Ersatzbedürfnisses der eiweißhaltigen Körpergewebe; erstere beiden als Maß des gesamten Stoffverbrauchs. Aus Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung können wir dann mit unbedingter Sicherheit den Nahrungsbedarf der Tiere berechnen. Die Nahrung der sogenannten „Friedfische" wird unter natürlichen Verhältnissen aus den im Teiche lebenden niederen Organismen pflanzlicher, hauptsächlich aber aus denen tierischer Art genommen. Unter diesen Organismen spielt das Plankton natürlich die Hauptrolle. Es ist besonders auch insofern bedeutungsvoll, als seine Menge und Art uns die Nährkraft des Teiches und damit die Menge der Fische, welchen es die Bedingungen des Abwachsens gewähren kann, bestimmt. Tafel 3 gibt für eine Anzahl in bezug auf die Fruchtbarkeit jahrelang beobachteter Fischteiche die Menge des in jedem Teiche entwickelten Planktons und den Nährwert desselben an. Weiteren Aufschluß in derselben Richtung gibt Tafel 4, welche die Entwicklung des Planktons während eines Sommers in ihrer Abhängigkeit von den Schwankungen der Wasserwärme und des Sonnenscheins darstellt. In Tafel 5 sind dieselben Verhältnisse aus einem anderen Jahre dargestellt, und zugleich zur Anschauung gebracht, welchen Einfluß die Fütterung der Fische auf die Planktonentwicklung ausübt. Diese Tafel soll ein Beitrag zu dem noch heute bestehenden Streit darüber sein, ob die Fütterung in Teichen mehr direkt durch Aufnahme des Futters seitens der Fische, oder indirekt, gewissermaßen im Sinne einer Düngung, als Mittel zur Vermehrung der Planktonorganismen wirkt.

Es seien diese Einzelheiten hier nur angeführt, um zu zeigen, wie gegenwärtig schon die Anfänge einer exakten und auf genauen Beobachtungen beruhenden Fischereiwissenschaft am Horizonte der Zukunft sichtbar zu werden beginnen.

---

## XVIII. Das Plankton als Gegenstand eines zeitgemäßen biologischen Schulunterrichts.

Unter diesem Titel habe ich 1906 eine Abhandlung veröffentlicht, in der ich mir die Aufgabe gestellt hatte, zu zeigen, ein wie fruchtbarer Gegenstand das Plankton auch für den

naturwissenschaftlichen Unterricht an mittleren und höheren Schulen sei.*) Zu diesem Vorschlage, den ich ausführlich begründet habe, sind zahlreiche öffentliche Beistimmungen aus Lehrer- und Forscherkreisen erfolgt, so daß zu hoffen ist, man werde auch an solchen Stellen, welche direkten Einfluß auf die fernere Gestaltung unserer Schulverhältnisse besitzen, von den Argumenten, die ich zugunsten einer Verwertung der Planktonkunde beim Unterricht ins Feld geführt habe, Kenntnis nehmen. Hier, als an einer Stelle, von der aus die Beziehungen der Hydrobiologie zu den verschiedensten Wissenschaftsgebieten beleuchtet werden sollen, will ich nicht verfehlen, auch eines der Hauptpunkte meiner Beweisführung kurz zu gedenken. Ich behaupte, und niemand wird mir das Gegenteil beweisen können, daß bei einer Demonstration und Besprechung des lebenden Planktons die Möglichkeit besteht, den Schüler mit zwei außerordentlich wichtigen Tatsachen bekannt zu machen, Erstens mit der Mannigfaltigkeit des Lebens auf kleinstem Raume und zweitens mit dem Stoffkreislauf innerhalb desselben, der sein Analogon in dem umfassenderen organischen Getriebe des Meeres und des Festlandes findet. Ferner bekommt der jugendliche Beobachter des Planktons auch einen Begriff von dem, was man „Lebensgemeinschaft" in der Biologie nennt, und er wird gewahr, daß es nicht bloß einen „Kampf um die Existenz" in der lebendigen Welt gibt, sondern auch ein Verhältnis der wechselseitigen Unterstützung und Daseinsförderung. Ein naturkundlicher Unterricht, der solche Anschauungen vermittelt und der dem jugendlichen Geiste derartige Begriffe einpflanzt, ist nun — das behaupte ich — ein wirksameres Mittel, die Natur in ihrem Walten von vornherein richtig aufzufassen, als die noch so geschickte Vorführung irgend eines andern Teils der Zoologie oder Botanik. Deshalb wird aber diesen Disziplinen ihr Unterrichtswert keineswegs abgesprochen: vorausgesetzt nur, daß sie mit richtigen Grundanschauungen verbunden werden. Und um diese zu gewinnen — dafür ist die Naturgeschichte des Planktons und die Vorführung der Hauptvertreter desselben (unterm Mikroskop) ein Lehrgegenstand, der, meinem Ermessen nach, durch keinen andern ersetzt werden kann. Der Leser einer Schrift wird nach der Lektüre der vorliegenden sich ein eigenes

*) Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, I. Band. 1906.

Urteil darüber zu bilden imstande sein, ob meine Behauptung ausreichend begründet ist oder nicht.

Es gewährt mir eine hohe Befriedigung zu wissen, daß ich mit dieser Ansicht nicht allein stehe, sondern daß — wie ich schon erwähnte — nicht wenige namhafte Naturforscher und Pädagogen dieselbe teilen. Aus einer ganzen Reihe von Gutachten führe ich hier dasjenige eines unserer ersten Algologen (Prof. W. Schmidle) an, welcher zugleich eine hervorragende Stelle im Lehrfach einnimmt, insofern er Direktor des Großherzogl. Lehrerseminars zu Meersburg i. B. ist. Die betreffende Zuschrift lautet: „Es ist natürlich, daß ich mit Ihrem Gedanken völlig einverstanden bin. In der drittletzten Klasse unserer Anstalt ist schon seit drei Jahren ein Mikroskopierkurs vorgesehen, wo naturgemäß auch Planktonfang und Planktonorganismen behandelt werden. Vor uns liegt ja der schöne große Bodensee und ladet nicht nur zum Bade, sondern auch zu wissenschaftlichen Fängen ein. Wer die Freude gesehen hat, welche die Schüler empfinden, wenn sie in die ihnen ganz neue Wunderwelt des Planktons eingeführt werden, erkennt leicht die Bedeutung von dessen Verwertung im Unterricht. Drei Dinge sind es, welche einer übersichtlichen Behandlung des Planktons einen Platz in der Schule einräumen: 1. Die relative Leichtigkeit der Präparation, 2. die Vielheit und Schönheit der zur Anschauung gebrachten Formen und 3. seine biologische Bedeutung; wer das Leben in einem See verstehen will, muß wenigstens einen Einblick in die Verteilung und die Menge des Planktons haben."

In einer unlängst publizierten Schrift, betitelt „Das Plankton als Gegenstand der naturkundlichen Unterweisung in der Schule" (Leipzig, Thomassche Verlagshandlung) habe ich diese wichtige Frage des biologischen Unterrichts eingehender erörtert.

Ich kenne nur noch einen einzigen Gegenstand außer dem Plankton, der geeignet sein würde, ihn ebenfalls zum Anknüpfungspunkte einer ganzen Reihe von biologischen Betrachtungen zu machen, welche den Horizont des Schülers hochgradig zu erweitern geeignet wären. Das ist der Wald, den man mit R. H. Francé*) definieren kann als einen Zusammenschluß von Holzgewächsen in Baumform, zusammen mit „Pilzen, Moosen,

*) Das Leben der Pflanze. 1906. S. 373.

Kräutern, Stauden und Sträuchern". Und mit vollem Recht sagt derselbe Autor von ihm: „Es ist eine Welt, deren Studium das Leben ausfüllen kann." Der Wald formiert sich, wie schon angedeutet, aus verschiedenen Pflanzenvereinen, die in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander stehen und so eine ganz ähnliche Lebensgemeinschaft bilden, wie das Plankton. Und nimmt man zu den verschiedenen Pflanzengruppen des Waldes auch noch dessen tierische Bewohner (die im Boden wohnenden Würmer, die auf Büschen und Bäumen lebenden Insekten, die in seinem Schutze nistenden Vögel und das in seinem Schattendunkel sich verbergende Wild), so haben wir eine Lebensgemeinschaft so interessanter und wundervoller Art vor uns, daß es sich verlohnen würde, auch deren verschiedene Gesetzmäßigkeiten der jugendlichen Seele bekannt zu geben, sie ihr einzuprägen und fürs ganze Leben unvergeßlich zu machen. Das wäre ein Kenntnisschatz, der gleichfalls einen Grundstock für alle weitere naturwissenschaftliche Belehrung auf organischem Gebiet abgeben könnte. In Erwägung dieses Umstandes habe ich bereits vor der Öffentlichkeit allen Ernstes den Vorschlag gemacht, Waldschulen im biologischen Sinne zu begründen, d. h. in der Nähe von großen Städten im oder am Walde Holzhäuser von hinreichenden Dimensionen zu errichten, wo 100 bis 120 Kinder ein Unterkommen finden können, um Luft, Licht und Belehrung mitten in der freien Natur zu genießen — abseits von der dumpfen, das Herz beengenden Lehrstube. Und wäre eine solche Waldschule nur 3 Monate während der Sommerszeit im Betriebe, so würde sie aus vielen blöden und geistig ungewandten Kindern fröhliche frische Menschen und gute Beobachter machen, also ihnen Eigenschaften anbilden, die fürs ganze fernere Leben wertvoll und wichtig sind, gleichviel welchem Berufe sich später die so geschulten Knaben oder Mädchen widmen wollen.

Bei Charlottenburg-Westend (in der Nähe von Schloß Ruhwald bei Berlin) besteht bekanntlich eine Institution, welche gleichfalls als „Waldschule" bezeichnet wird, aber hier handelt es sich lediglich um eine hygienische Vorkehrung, deren Zweck es ist, blutarmen und herzleidenden Kindern, resp. jugendlichen Rekonvaleszenten einen für ihre körperliche Entwicklung zuträglichen Aufenthalt zu gewähren. Ganz gewiß ist das ein lobenswertes Vorgehen und es ist nicht eine Silbe gegen Waldschulen als Förderungsmittel der Gesundheit zu sagen.

Im Gegenteil — man gründe recht viele solcher Sanatorien, worin die Heilfaktoren der Natur allein und ohne alle Medizin ihre Wirksamkeit entfalten können. Aber es wäre sehr an der Zeit, auch Waldschulen im biologischen Sinne zu errichten und in ihnen Sport, Spiel und Belehrung harmonisch miteinander zu verbinden. Pflanzenkunde treiben heißt nicht Herbarien anlegen und Bestimmungstabellen durchstöbern — sondern das Leben der Gewächse an Ort und Stelle kennen lernen, die Abhängigkeit der verschiedenen Arten voneinander demonstriert erhalten und davor behütet werden, daß man künftig (aber in einem höheren Sinne, als in dem des Sprichworts) das Schöne am und im Walde vor lauter Bäumen nicht zu sehen imstande ist. Wer den Geist, in welchem biologische Kenntnisse dem jugendlichen Menschen (oder weiteren Volkskreisen) übermittelt werden sollen, verspüren will, der nehme das oben zitierte Buch über das Leben der Pflanze von R. H. Francé zur Hand. Dort findet er ihn. Und ferner gewinne er aus den Schriften W. Bölsches die Überzeugung, daß man sehr wohl geistvoll, unterhaltend und populär sein kann, auch ohne damit die Würde strenger Wissenschaftlichkeit zu verletzen. Nur muß man ja nicht unter „Wissenschaft" die bloße Aufzählung und banale Aneinanderreihung von Tatsachen verstehen, sondern der sicher viel richtigeren Ansicht huldigen, daß eine gewisse Poesie der Auffassung und Darstellung*) zu den wirksamsten Hilfsmitteln einer gesunden Pädagogik gehört.

Ich habe in meiner Unterrichtsschrift auch betont, daß man auf das gedächtnismäßige Festhalten der Einzelheiten, mit denen der Schüler bei naturkundlichen Vorführungen bekannt gemacht wird, nicht zuviel Wert legen dürfe. Darauf kommt es gar nicht an! Die große Hauptsache bleibt vielmehr, daß in unserer Jugend der Sinn für die Natur geweckt und das Beobachtungsvermögen geschärft werde. Der ideale Zweck eines nach modernen Grundsätzen geleiteten naturwissenschaftlichen Unterrichts ist vollkommen erfüllt, wenn der Schüler daraus eine geistige und gemütliche Erhebung schöpft, die ihm selbst noch in der verblassenden Erinnerung während seines späteren Lebens zu einer Quelle reinen Vergnügens wird und gleichzeitig

*) Vergl. in dieser Hinsicht die gemeinverständlichen Schriften und Aufsätze des bekannten Geographen F. Ratzel.

einen Panzer bildet, an dem alle etwa auftauchenden Versuche, seinen Intellekt vom Wege logischen Denkens abzulenken, unfehlbar scheitern müssen. Wenn ein gut geleiteter naturkundlicher Unterricht dieses zur Folge hat, so erfüllt er die Aufgabe, welche eine rationelle Pädagogik an ihn stellt. Mehr kann und soll er außerhalb des Rahmens von Fachschulen nicht leisten.

Und ich verspreche mir eine solche Wirkung namentlich von einer Popularisierung der Planktonkunde und deren Verwendung im naturkundlichen Unterrichte. Auch andere, die für zweifellos kompetent gelten müssen, teilen diese Ansicht. Wer sie bestreitet, der verkennt entweder das Ziel der biologischen Unterweisung überhaupt, oder er ist nicht aus eigner Anschauung mit dem tiefgehenden Einflusse bekannt, den die Beschäftigung mit dem mikroskopischen Tier- und Pflanzenleben unserer Gewässer auf die wissensdurstige Jugend auszuüben vermag.

## XIX. Die Biologische Station zu Plön.

Im Jahre 1888 habe ich zum ersten Male in verschiedenen wissenschaftlichen Zeitschriften die Gründe erörtert, welche überzeugend für die Errichtung lakustrisch-biologischer Stationen sprechen und bald darauf gelang es mir, die zur Verwirklichung eines solchen Planes erforderlichen Mittel aufzubringen. Bereits im Frühjahr 1891 erhob sich ein stattliches, villenähnliches Gebäude am Norduser des Großen Plöner Sees, und damit war dem neuen Forschungsfelde der Hydrobiologie die erste bescheidene Heimstätte auf deutschem Boden erstanden.

In umstehender Figur 42 ist das aus rotem Backstein aufgemauerte Gebäude abgebildet. Es ist in der schönen, wasserreichen Landschaft weithin sichtbar, und von der Höhe seines Türmchens überschaut man die Hälfte des 32 Quadratkilometer großen Sees, zu dessen spezieller Untersuchung es in erster Linie dient. Eine kurze Wagenrundfahrt von wenigen Stunden Dauer führt uns an 18 anderen Seebecken, an zahlreichen Teichgewässern und an vielen Moortümpeln vorüber, so daß der Besucher Ostholsteins erstaunt, auf so kleinem Raume eine derartige Menge von Wasseransammlungen verschiedensten Charakters

anzutreffen. Von den sonstigen Gegenden Norddeutschlands, welche damals als Standort für das kleine Forschungsinstitut in Frage kamen, erwies sich diejenige von Plön, im Hinblick auf ihre eben geschilderte Beschaffenheit, als die allergeeignetste. Sie könnte wohl auch innerhalb Deutschlands durch keine andere ersetzt werden. Daß sie als Landschaft von Malern, Dichtern und Touristen als die „Perle" der Elbherzogtümer bezeichnet worden ist, sei hier nur nebenbei erwähnt.

Fig. 42. Die Biologische Station zu Plön.

Im Erdgeschoß des Gebäudes, welches unmittelbar am See liegt, befindet sich ein großer, heller Arbeitssaal, worin sechs Praktikanten zu gleicher Zeit mikroskopieren können. Eine reichhaltige Bibliothek, eine wertvolle Präparatensammlung und Räumlichkeiten zum Zeichnen, sowie zur Aufnahme von Mikrophotogrammen vervollständigen die bescheidene Einrichtung. Im Souterrain, wo auch während der heißesten Monate die Temperatur nie über 9 bis 10° C. ansteigt, sind eine Reihe von Aquarien aufgestellt, die durch einen elektrischen Motor sehr bequem mit frischem Wasser aus dem See versorgt werden können. Es wird nicht nur im Sommer, sondern auch während des Winters in der Station gearbeitet, so daß es möglich ist, das Leben der lakustrischen Tier- und Pflanzenwelt in allen seinen Phasen kennen zu lernen, was außerhalb eines dauernd in unmittelbarer Wassernähe fixierten Observatoriums nicht angängig wäre.

Die vorzügliche Gelegenheit zur ausgiebigen Erlangung von frischem Material, wie sie in einer solchen Station, welche

dicht am Wasser liegt, immer gegeben ist, legt es dem Forscher auch nahe, dieselbe zur Anstellung von physiologischen Experimenten zu benutzen, welche sich auf das Zell-Leben im allgemeinen erstrecken oder die Ernährungs- und Verdauungsfunktion der niederen Tiere betreffen, über die wir noch sehr wenig Aufschluß besitzen. Auch das Verhalten der Einzelligen zu schwachen elektrischen Strömen, zu verschiedenen Lichtarten und Lichtintensitäten, sowie ihre eigentümlichen, durch chemische oder physikalische Einflüsse hervorrufbaren Tropismen können in einer biologischen Süßwasserstation ebensogut wie in einer marinen zum Gegenstande der eingehendsten Studien gemacht werden. Dazu kommen noch Ermittelungen über parasitäre Fischkrankheiten, namentlich über solche, welche durch schädliche mikroskopische Schmarotzer (Myxosporidien) entstehen, deren Zeugungskreise schwierig festzustellen sind und deren vollständige Lebensgeschichte neben dem rein wissenschaftlichen auch ein hohes praktisches Interesse besitzt, weil durch derartige Schmarotzer oft ganze Fischbestände dezimiert oder zum völligen Aussterben gebracht werden. Ebenso kann die je nach Alter und Jahreszeit wechselnde Nahrung mancher Fischspezies, sowie die natürliche Ernährungsweise der Jungfische aller Gattungen am bequemsten und besten in einer Süßwasserstation erforscht werden, wo alle Vorbedingungen zur rechtzeitigen Erlangung von Beobachtungsmaterial immer erfüllt sind.

Eine Spezialität der Plöner Biologischen Station bildet aus letzterem Grunde auch das fortgesetzte Studium des Süßwasserplanktons mit allen Hilfsmitteln, welche die moderne Forschung dazu an die Hand gibt. Die Anstalt verfügt über ausgezeichnete Mikroskope aus der bekannten optischen Werkstätte von C. Zeiß (Jena), über eine Reihe verbesserter Gazenetze, über ein gut funktionierendes Schließnetz, über verschiedene Schlammsauger und eine sogenannte Planktonpumpe. Neuerdings auch über einen vom Leiter der Station neu konstruierten Planktonseiher (Ethmophor), welcher das Auffischen von Untersuchungsmaterial bei der vollen Fahrt eines Segel- oder Motorbootes ermöglicht.

Ein Ausweis über die bisher am Plöner See geleisteten Arbeiten ist in den zwölf umfangreichen Bänden der „Forschungsberichte" (1893—1905) geliefert worden, welche alljährlich publiziert wurden. Vom Jahre 1906 ab trat an Stelle der-

selben das „Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde", eine Vierteljahrsschrift, die in vier starken Heften erscheint*), welche jedesmal einen Jahresband von 500 bis 600 Druckseiten bilden, dem erläuternde Tafeln oder Textillustrationen beigefügt sind. Soweit das Plankton in Betracht kommt, werden in dieser Quartalspublikation auch die Verhältnisse des Meeres berücksichtigt.

Zur Geschichte der Plöner Station gehört schließlich auch deren Frequenz, und mit Bezug hierauf teile ich nachstehend mit, wie sich letztere seit 1892 in den aufeinanderfolgenden Jahren gestaltet hat. Es sind hierbei alle diejenigen Personen gezählt worden, welche behufs irgend eines Informationszweckes zu längerem oder kürzerem Verweilen in Plön eintrafen, also neben den eigentlichen Praktikanten auch durchreisende Zoologen, Botaniker, Anatomen, Physiologen, Ärzte und Angehörige des Lehrerstandes mittlerer und höherer Schulen. Nach meinen Aufzeichnungen verhielt es sich mit dem Besuch solcher Interessenten in den einzelnen Jahren wie folgt: 1892 (70 Personen); 1893 (63); 1894 (106); 1895 (28); 1896 (37); 1897 (34); 1898 (45); 1899 (10); 1900 (30); 1901 (47); 1903 (65); 1904 (33) und 1905 (50). Dies macht also durchschnittlich 47 Besucher im Jahre.

Nach dem Vorgange in Plön sind aber auch in vielen andern Ländern Süßwasserstationen zu Forschungs- und Lehrzwecken begründet worden, und während des letztverflossenen Jahrzehnts sind Dutzende von solchen Instituten in zahlreichen Kulturländern Europas und auch in Nordamerika entstanden. An überseeischen derartigen Anstalten existieren bis jetzt mehr als ein Dutzend, und Rußland besitzt deren acht, wenn wir diejenigen mitzählen, welche auch fischereiwirtschaftliche Studien in ihr Programm aufgenommen haben. In Dänemark haben wir die Station zu Frederiksdal, wo Prof. Wesenberg-Lund seine Studien betreibt. In Frankreich besteht schon seit 1893 eine stationsartige Einrichtung, die mit der Hochschule zu Clermont-Ferrand verbunden ist. Belgien hat erst in diesem Jahre (1906) zu Overmeire-Donck eine Süßwasserstation erhalten; England eine solche im vorigen Jahre an den Norfolk-Broads, einer Sumpfgegend im Westen des Königreichs. Italien

*) Verlag der Schweizerbart'schen Buchhandlung zu Stuttgart.

besitzt in Rom und Mailand Studiengelegenheiten für Süßwasserbiologie. Österreich ist neuerdings (1906) durch die Munifizenz eines begüterten Wiener Privatmannes (Dr C. Kupelwieser) zu einer wohlausgerüsteten lakustrischen Station bei Lunz-Seehof gekommen, und so regt es sich an allen Ecken und Enden, um einem Wissenschaftszweige zum Gedeihen und zur Blüte zu verhelfen, der zu Beginn der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts für kaum mehr als eine dilettantische Liebhaberei erachtet wurde und deren Vertreter deshalb auch mit Schwierigkeiten aller Art zu kämpfen hatten. Wie aber aus der vorstehenden Darstellung ersichtlich ist, wäre diese Geringschätzung, die seinerzeit ziemlich allgemein war, jetzt höchst unberechtigt.

## XX. Das ozeanische Plankton.

Bisher ist in diesem Buche immer nur von den Schweborganismen der Binnenseen und Teiche die Rede gewesen; aber wir beobachten auch im Meere die Anwesenheit von zahlreichen Pflanzen- und Tierformen, welche fern vom Küstensaume ein beständig schwimmendes Dasein führen und als Ganzes dasselbe darstellen, was wir unter der Bezeichnung „Plankton" verstehen. Aber das marine Plankton enthält immer auch eine Menge größerer Arten, die schon mit bloßem Auge gesehen und sogar mit der Hand ergriffen werden können, wenn sie mittels eines zu ihrem Fange geschickten Netzes dem Schoße des Ozeans entrissen und an Bord des Expeditionsschiffes gebracht werden. Neben jenen augenfälligen Organismen gibt es aber im Meeresplankton noch eine Menge mikroskopischer Wesen, deren Speziesreichtum ein ganz erstaunlicher ist, wie wir namentlich auf Grund der jüngsten Ermittelungen durch die National- und die Valdivia-Forschungsfahrt wissen, früher aber auch schon aus den Berichten der englischen Challenger-Expedition (1872 bis 1876) zu entnehmen vermochten.

Zu den Vertretern des Großplanktons im Meere gehören hauptsächlich die Röhrenpolypen (Siphonophoren), Medusen und Rippenquallen; ferner gewisse Würmer (Sagitta, Tomopteris, Alciope) und Mollusken (Pteropoden, Heteropoden), sowie einige echte Schnecken (Janthina, Glaucus und Phyllirhoë). Von größeren Krebstieren sind nur die Schizo-

poden im marinen Plankton vertreten, wogegen die höher stehenden Gruppen, besonders die zehnfüßigen Krufter (Dekapoden) in der Hochsee nur spärlich vorkommen. Diese Aufzählung macht uns aber, wie schon gesagt, nur mit den Hauptformen des pelagischen Auftriebs (so nannte man früher das Meeresplankton) bekannt, und zwar lediglich mit den durch ihre Größe sich auszeichnenden Lebewesen.

Ein in quantitativer Hinsicht weit bedeutenderes Kontingent stellen die mikroskopischen Urtiere (Protozoa) zu den Hochseebewohnern. Aber da zeigt sich gleich, daß die im Süßwasser so vielfach vorkommenden Infusorien in der ozeanischen Schwebfauna selten sind, während die im System niedriger stehenden Geißelträger (Fig. 43 und Fig. 44) bei weitem

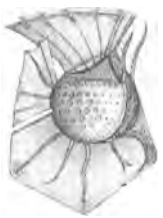


Fig. 43. Ornithocercus magnificus.

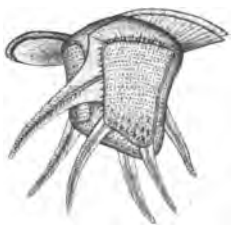


Fig. 44. Ceratocorys horrida.

in den marinen Planktonfängen überwiegen. Namentlich aber sind es die schalentragenden Wurzelfüßer, die Foraminiferen, und die Gittertiere (Radiolarien, Strahlwesen), welche mit größter Massenhaftigkeit im Meeresplankton erscheinen, und dies macht zugleich auch deren hervorragende Rolle im Stoffkreislaufe der Ozeane begreiflich. Nicht minder fällt ihnen eine gewisse geologische Bedeutung zu, insofern die Kalkgehäuse der erstgenannten Gruppe und die Kieselskelette der zweiten förmliche Ablagerungen auf dem Meeresboden bilden. Die reichste Fundstelle für Radiolarien ist der Tiefenschlick im Zentrum des Stillen Ozeans; in einem einzigen Präparate von daher konnte E. Haeckel, der sich bekanntlich aufs eingehendste mit diesen Organismen beschäftigt hat, bisweilen 50 neue Arten unterscheiden. Derselbe Forscher hat auch die Radiolarienausbeute der Challenger-Expedition bearbeitet. Unter Berücksichtigung der auf dieser Forschungsfahrt gesammelten Schlickproben und noch anderweitig

ihm zur Verfügung stehenden Materials hat jener Zoolog in einer großen Monographie 739 Gattungen und 4318 Arten (von denen 3508 neu sind) beschrieben. Der Laie macht sich kaum einen Begriff von der stupenden Formenmannigfaltigkeit, die in der betreffenden Gruppe niedrigster Wesen zu finden ist. Man entdeckt bei Durchmusterung eines Präparats, welches zahlreiche Gattungen und Spezies vereinigt zeigt, frappante Ähnlichkeiten mit Raupen, Insektenleibern (Fig. 45), Helmen,

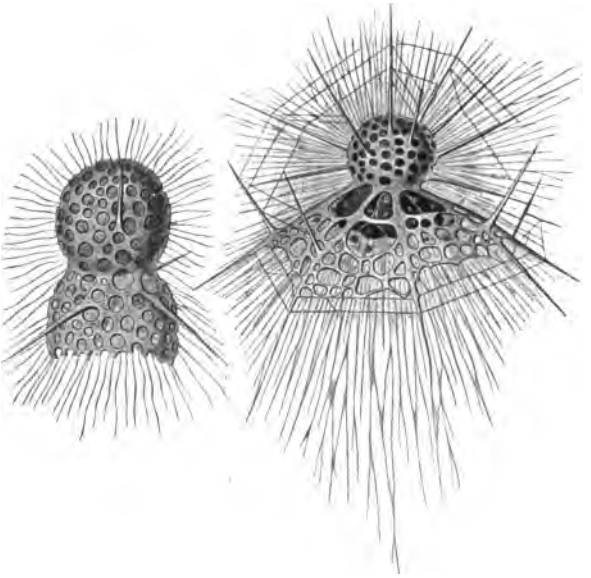


Fig. 45. Lithomelissa thoracites. Fig. 46. Arachnocorys circumtexta.

Körbchen, Laternen, Dreifüßen (Fig. 47), Fischreusen, Scheiben, Spangen, Reitersporen, ja sogar mit Spitzengeflechten und Spinnengeweben (Fig. 46).

Manche Kieselgerippe dieser Urtierchen sind so elegant und schön, daß man sie als Muster für kunstgewerbliche Darstellungen verwenden könnte — ein Umstand, der den bekannten zoologischen Schriftsteller W. Marshall veranlaßt hat, allen Ernstes den Vorschlag zu machen, daß Goldarbeiter, Kunstschlosser und Flechter neue Motive aus dem Anblick der von

Haeckel gezeichneten Tafeln schöpfen möchten. Unter den Foraminiferen sind es besonders die Globigerinen (Fig. 48), welche im Plankton mit ihren zierlichen Gestalten hervortreten; sie zählen in den oberen Wasserschichten nach Myriaden und bewirken, wenn sie im Innern der Ozeane auf den Boden sinken, die Bildung der Kreide.

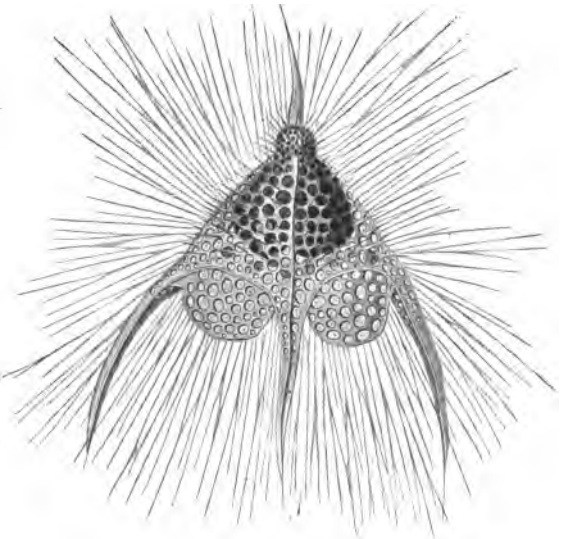


Fig. 47. Dictyopodium trilobum.

Kleine Spaltfußkrebse (Kopepoden) sind wie im Süßwasser, so auch im Meere ein sehr bedeutender Bestandteil des Mikroplanktons und es kommt sogar zeitweise vor, daß ganze Strecken im nördlichen Atlantischen Ozean durch die ungeheuren Mengen dieser kleinen Gliedertiere rötlich gefärbt werden. Einige Gattungen dieser winzigen Krebse sind mit wundervollen Schwebapparaten in Gestalt von Federchen ausgestattet, wovon Fig. 49 ein sehr schönes Beispiel gibt. Es ist der von Giesbrecht näher beschriebene Augaptilus filigerus.

Nach Haeckels Beobachtung sollen die pelagischen Tiere überhaupt zuweilen so massenhaft angehäuft vorkommen, daß man von förmlichen „Strömen" lebender Organismen (Zoo-

korrenten) reden könne. Es sei dann diese Zusammenscharung zu vergleichen mit dem Gedränge der Bevölkerung in den Hauptverkehrsadern einer großen Handelsstadt. Schon von

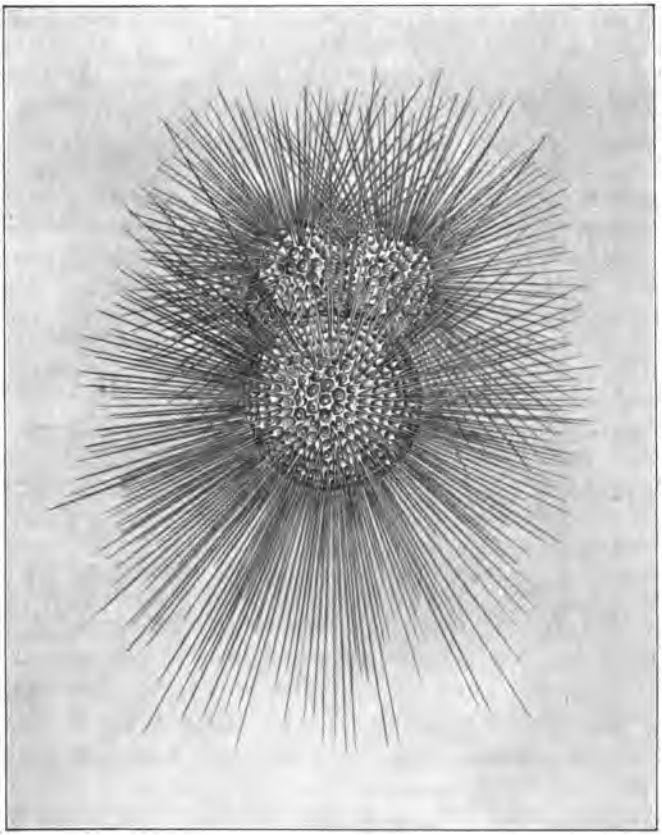


Fig. 48. Globigerina bulloides.

weitem sollen diese Seetierstraßen an einer spiegelglatten Beschaffenheit der Meeresoberfläche kenntlich sein, während diese dicht daneben mehr oder weniger gekräuselt ist. Ein derartiger Tierstrom hat — nach Haeckel — oft die Länge von 1 km

bei einer Breite von 5 bis 10 m. Eine Schilderung desselben Autors von dieser Erscheinung besagt folgendes: „Millionen und aber Millionen kleinster Geschöpfe wimmeln bunt durcheinander und gewähren ein Schauspiel, von dessen Reizen man sich nur durch eigene Anschauung eine Vorstellung machen kann. Schöpft man aufs Geratewohl mit dem Wasserglase eine Portion aus diesem Gewimmel heraus, so ist nicht selten die größere Hälfte des im Glase enthaltenen Gemenges vom Tiervolumen,

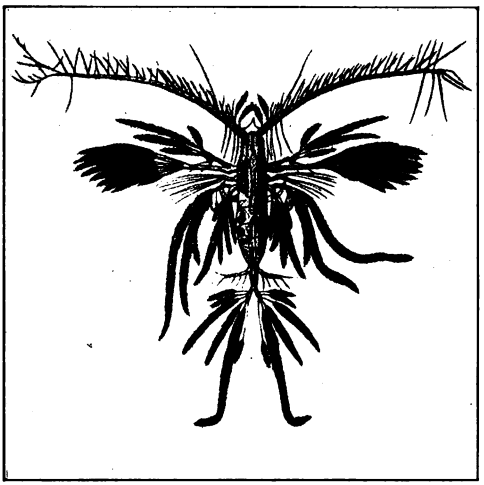


Fig. 49. Augaptilus filigerus.

die kleinere vom Wasser eingenommen." Auch von einem anderen namhaften Forscher, dem verstorbenen Prof. Greeff (Marburg) besitzen wir die Beschreibung solcher Tieransammlungen an der Oberfläche, welche von ihm bei den Kanarischen Inseln beobachtet worden sind.

Im Meere leben aber nicht bloß Tiere, sondern auch Pflanzen, wenn auch zum größten Teile nur solche von mikroskopischer Kleinheit. Meist sind es Kieselalgen (Bazillariazeen), welche einen Hauptbestandteil der Planktonfänge, die mit dem feinen Gazenetz gemacht werden, bilden. Die Anzahl dieser Wesen ist oft ganz wunderbar. Als ich im September 1904

im Hafen von Kiel fischte, stellte der auf einen Filter konzentrierte Fang einen gelblichen Schleim dar, welcher fast nur aus den gerippten Fadenstücken von Skeletonema costatum — einer bekannten marinen Bazillariazee — bestand. Krustazeen waren nur in geringer Menge dazwischen. Einigermaßen häufig war außerdem bloß noch der Dreifuß-Hornling (Ceratium tripos), welcher zu denjenigen Flagellaten zählt, die sich nach pflanzlicher Art mittels gelblicher Farbstoffplatten ernähren. Ganz unglaublich reich sind auch zuweilen die nordischen Meere an vegetabilischem Plankton, besonders in der Nähe von Island und Spitzbergen.

Im allgemeinen hat aber die Expedition Prof. V. Hensens mit dem Dampfer „National" (1889) ergeben, daß die Masse des Planktons im Meere nicht besonders groß ist. Allerdings kam es vor, daß im Norden Fänge erzielt wurden, deren Ergebnis sich auf über 2500 ccm unterm Quadratmeter bezifferte, wogegen ein sehr produktiver Binnensee (z. B. der Dobersdorfer bei Kiel) zur Zeit einer Wasserblüte etwa 3900 liefert. Aber bei einem Vergleich dieser Zahlen hat man zu bedenken, daß das Netz im ersten Falle stets 400 m vertikal durchfischte, während es im zweiten nur eine Wassersäule von 16 m Höhe durchfiltrierte. Die groß erscheinende Planktonquantität für das Meer verteilt sich somit über eine weit erheblichere Wassermenge wie im Falle des Dobersdorfer Sees, wo es sich doch nur um ein ziemlich seichtes Wasserbecken handelt. Wir müssen uns also immerhin das Meer recht dünn mit Planktonwesen bevölkert denken. Hauptsächlich gilt das von den Tropen, wo dasselbe nach den Ermittelungen von K. Brandt etwa achtmal geringer an Quantität ist, als in den nördlichen Teilen des Atlantischen Ozeans bis zu den Neufundlandbänken hinunter. Die Ursache dieser auffälligen Erscheinung liegt sehr wahrscheinlich in dem Mangel an stickstoffhaltigen Verbindungen, welche dem Meere nur durch die atmosphärischen Niederschläge oder in Gestalt von Ammoniak aus Fäulnisvorgängen, die sich im Meere selbst vollziehen, geliefert werden können. Der Mangel an Regen, welcher für die Tropen charakteristisch ist, würde also z. B. die geringfügige Stickstoffzufuhr erklären.

Ganz überraschend arm an Plankton ist, nach einer Mitteilung Hensens, die sogenannte Sargasso Region (von $20^0$ bis $35^0$ nördl. Breite). Dieselbe erwies sich im Mittel als 15mal ärmer

an schwebenden Organismenformen als die Meeresteile im Norden und 10mal ärmer als andere Strecken der von der Expedition durchmessenen Bahn. Die Sargassopflanzen (Sargassum bacciferum) gehören ebenfalls zum marinen Plankton, aber zu den gröberen Formen desselben. Der erste Entdecker dieser schwimmenden Pflanzenanhäufung im Atlantischen Ozean war Christoph Kolumbus. Er erwähnt diese Merkwürdigkeit ausdrücklich in seinen Berichten. Die Pflanze selbst benennt er mit dem Namen „Kraut" (Yerba), und seinem scharfen Blick entging auch nicht, daß die Tangwälder von Tieren bewohnt seien. Später hat dann wieder Alex. von Humboldt die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diese Meeresvegetation gelenkt; er glaubte aber irrtümlich, daß die Sargassotange auf Untiefen wüchsen, während sie doch, wie wir jetzt genau wissen, ganz frei im Wasser flottieren. Der Ozean hat dort eine Tiefe von 2000 Faden, und es befindet sich am Grunde daselbst eine plateauähnliche Formation. Im Golfstrom, wo auch schon treibendes Kraut beobachtet wird, kommt etwa eine Pflanze auf 500 Quadratmeter; im eigentlichen Sargasso-Distrikt aber eine auf 175. Im Bereiche der angehäuften Tangbündel leben zehn Arten von Tieren, insbesondere Garnelen, Krabben und Seenadeln. Aber keins dieser Tiere lebt vom Tang selbst; es zeigte sich an den aufgefischten Pflanzen nirgends eine Spur des Angefressenseins. Obgleich, wie schon erwähnt, die Sargasso-Region sehr arm an Plankton sich erwies, so übertraf das Volumen desselben doch dasjenige der dort treibenden Seegraspflanzen um das Fünfzigfache. Diese Angabe stützt sich auf eine genaue Ermittelung von Hensen.

Jene längst bekannte Vegetation der im Wasser schwebenden Tangmassen wird aber bei weitem durch das in allen Meeresteilen vorhandene mikroskopische Pflanzenleben übertroffen, welches zu manchen Zeiten eine ganz enorme Entwicklung in quantitativer Hinsicht zeigt. Die verschiedensten Arten verhalten sich aber bezüglich der Maxima ihres Auftretens ganz abweichend, und wie die Kirschen stets vor den Sonnenblumen blühen, so beobachten wir auch, daß Chaetoceras (eine Bazillariazee) ihr Maximum im März erreicht, während Rhizosolenia (eine andere Plankton-Kieselalge) erst im Juli den Kulminationspunkt ihrer Entfaltung zu verzeichnen hat. Die Flagellatenspezies Ceratium tripos bringt es gar erst im Oktober zu einem

zahlreichen Auftreten. Diese Angaben beziehen sich, wie hervorzuheben ist, auf die westliche Ostsee und basieren auf den fortgesetzten Beobachtungen von F. Schütt, der diese biologischen Erscheinungen Jahre hindurch mit Aufmerksamkeit verfolgt hat.

Während nun die hier genannten Planktonwesen namentlich die oberflächlichen Wasserschichten bevorzugen, machte K. Chun auf seiner bekannten Valdivia-Fahrt die Wahrnehmung, daß es im Nordäquatorialstrom, im Guineastrom und im Südäquatorialstrom ein aus Peridineen (Panzerflagellaten) und anderen einzelligen Organismen bestehendes Plankton gebe, welches die umgekehrte Gewohnheit besitzt und die Oberfläche meidet, so daß es erst in den tieferen Wasserschichten von 80 bis 100 m in größerer Menge gefunden wird. Weitere Feststellungen ließen erkennen, daß diese Mikrophyten und Flagellaten sich bis zu einer Tiefe von 3000 m erstreckten, aber dort ihre vertikale Verbreitungsgrenze erreichten. Chun spricht darum in seinem Reiseberichte*) von einem Schattenplankton, welches die intensive Beleuchtung und die hohe Temperatur des Oberflächenwassers in den genannten Meeresteilen scheut. Zu den Hauptvertretern dieser das gedämpfte Licht liebenden Schwebflora gehört vornehmlich eine kugelige, grüne Alge (Halosphaera viridis), eine trommelförmige Kieselalge (Coscinodiscus sp.) und zwei Arten einer scheibenartigen Bazillariazee mit zahlreichen, strahlig angeordneten zarten Rippen (Planctoniella sp.).

Die Planktonforschung am Meere ist gegenwärtig in vollem Gange. Botaniker und Zoologen aller Kulturnationen liefern von Jahr zu Jahr immer neue Beiträge zur Kenntnis dieser hochinteressanten Organismenwelt. Für einen Teil des Atlantischen Ozeans, sowie für die Nord- und Ostsee werden solche Forschungen auch auf den Terminfahrten des deutschen Regierungsdampfers „Poseidon" ausgeführt, resp. das Material dazu gesammelt.

In kleinem Umfange hat sich in den letzten Jahren auch die Biologische Station zu Plön an den Forschungen dieser Art beteiligt, insofern vom Leiter derselben die Periodizitätsverhältnisse des Planktons im Golfe von Neapel einesteils und die des Adriatischen Meeres (bei Rovigno) andernteils genauer

*) K. Chun: Aus den Tiefen des Weltmeeres. 2. Aufl. 1903.

studiert wurden.*) Auch gelang es, Planktonproben aus entlegeneren Meeresbezirken zu erhalten und an diesen vergleichende Studien über die Variabilität von weit verbreiteten marinen Planktonorganismen zu machen.

Aus einer Betrachtung der Verhältnisse, wie sie im Meere vorliegen, kann man mit noch größerer Deutlichkeit als am Süßwasser sich davon überzeugen, daß die Planktonforschungen einen sehr wichtigen volkswirtschaftlichen Hintergrund besitzen. Prof. C. Keller (Zürich) hat deshalb mit gutem Rechte die Planktologie „ein Stück auf die Nationalökonomie angewandter Naturwissenschaft" genannt. Manchem wird diese Bezeichnung ein ungläubiges Lächeln abnötigen; aber genauer zugesehen, verhält es sich damit doch ganz richtig. Man muß nur folgendes bedenken und sich vor Augen halten, daß jährlich z. B. Tausende von Heringsfahrzeugen an der schottischen und skandinavischen Küste beschäftigt sind, daß ferner etwa 20000 Kutter jedes Jahr dem Kabeljaufange auf den Neufundlandbänken obliegen, daß zahlreiche Schiffe nach den arktischen Gewässern segeln und dampfen, um dort Seehunde, Walrosse und Walfische zu erbeuten — kurz, daß das marine Fischergewerbe eine Ausdehnung hat, die wir leicht zu unterschätzen geneigt sind. Und was den Ertrag desselben anbelangt, so hat ein französischer Rechenmeister festgestellt, daß derselbe eine Summe von 300 Millionen Franken repräsentiert. Dies wird nicht zu hoch gegriffen erscheinen, wenn wir annehmen, daß die Seefischereien Norwegens einen jährlichen Ertrag von 25 bis 30 Millionen Mark abwerfen. Davon kommen 30% auf den Hering allein. England zieht mit seinen Fischnetzen jedes Jahr 80 oder 90 Millionen Mark aus dem Meere, Frankreich 60 bis 70 Millionen und Nordamerika dürfte unendlich große, kaum richtig zu schätzende Summen aus jener Fischerei und Fischerei-Industrie gewinnen. Man kann diese Erträge als die Zinsen eines Kapitals ansehen, welches im Meere in der Form von Krustazeen und jenen großen Säugetieren aufgespeichert ist, die uns in den Walen entgegentreten. Aber die Natur vermag diese Riesengeschöpfe nur auf Kosten jener kleineren, gleichzeitig mit ihnen

*) O. Zacharias: Über Periodizität, Variation und Verbreitung verschiedener Planktonwesen in südlichen Meeren. Archiv für Hydrobiologie I. Bd. 1906.

das Meer bevölkernden Organismen zu erhalten, und in letzter Instanz sind es die unscheinbaren, winzigen Planktonwesen, welche die Urnahrung darstellen oder sie erzeugen helfen. Die Heringsschwärme ziehen bekanntermaßen den Ruderkrebschen (Kopepoden) nach, welche oft so massenhaft vorkommen, daß ihre Ansammlung an der Meeresoberfläche zwischen den norwegischen Küsten und Island dem Wasser eine rötliche Färbung erteilt. Die dortigen Fischer nennen dieses Heringsfutter „Rotaas" (Rödaat). Prof. Heincke, der bekannte Heringsforscher auf Helgoland, hat das Verhalten des Herings bei solcher Nahrungsfülle sehr anschaulich geschildert, indem er sagt: „Ruhelos und anscheinend ohne Plan schießt er in der von „Aat" wimmelnden Wassermasse hin und her. Unaufhörlich öffnet er das Maul und schließt es wieder, gleichzeitig zum Atmen und zum Fressen. Während das eingeschluckte Wasser durch die Kiemenspalten hindurch und wieder abfließt, bleiben die mitgerissenen Krebschen in der Mundhöhle zurück und werden verschluckt. Im Magen der Heringe findet man diese Krebschen als einen rötlichen Brei." Prof. Möbius (damals noch in Kiel) hat einmal berechnet, daß in einem Kubikzentimeter solchen Nahrungsbreies nicht weniger als 14000 Kopepoden vorhanden sind. Und alle diese Tierchen leben von pflanzlichen Wesen, die viel kleiner als sie selbst sind: von Diatomeen einesteils, dann aber auch von einer in jenen Breiten in zahlloser Menge vorkommenden einzelligen Alge, welche unter dem Namen Protococcus marinus beschrieben worden ist.

Wie der Hering, so ernähren sich aber auch die Makrelen und Stinte; es heißt, daß sich sogar ein riesiger Hai des Nordens auf die Verspeisung von Kopepoden als Nahrung beschränkt. Der Kabeljau dagegen lebt nun wieder größtenteils von Heringen und anderen Fischen ähnlicher Größe. Ebenso verzehren die Raubmöwen, die Robben und Eisbären enorme Quantitäten von Fischfleisch. Die Wale nähren sich — trotz ihrer gigantischen Größe — vorwiegend von den kleinen planktonischen Flossenschnecken (Clio borealis), wovon es Schwärme von ungeheurer Mächtigkeit im Meere gibt. Diesen Schneckenmengen ziehen die Wale nach und stillen ihren Molochsappetit damit. Immer aber bilden die mikroskopischen Pflanzenwesen, die ja auch wieder dem Walaat zur Nahrung dienen, den Ausgangspunkt für die Erzeugung tierischer Substanz, gleichviel ob

diese sich zum Körper eines Herings, eines Seehunds oder eines Finnwals formen soll.

Es klingt paradox, aber man darf mit vollster Berechtigung den Satz aussprechen, daß die Existenzmöglichkeit der menschlichen Bewohner höherer Breiten und namentlich diejenige der Grönländer, fast ganz ausschließlich auf das Meeresplankton zurückzuführen ist. Gäbe es keine Schwebalgen, keine Ruderkrebschen und keine Flossenschnecken (Pteropoden) im Schoße der nördlichen Meere, so könnte sich dort kein Fischreichtum entwickeln; Robben und Eisbären vermöchten ihre Gefräßigkeit nicht zu befriedigen, und damit wäre auch die Existenz des Grönländers, der von ihrem Speck und ihrem Muskelfleische lebt, als letztes Glied dieser Verkettung nicht denkbar.

Wir sehen also hier ein Volk vor uns, dessen ganzer Lebensunterhalt in letzter Instanz auf die Tatsache basiert ist, daß es im Meere eine Fülle von mikroskopischen Pflanzen gibt, von denen zunächst die niedersten Tiere leben, welche das natürliche Fischfutter darstellen, und daß dann wieder die Fische entweder direkt oder indirekt (als Robbenfleisch) eine Speise für den Menschen bilden. In diesem Lichte betrachtet, wird jene Organismengesellschaft, welche wir mit dem Namen „Plankton" bezeichnen, von jedermann als ein sehr interessanter, sehr wichtiger und höchst ehrwürdiger Gegenstand von botanischer, zoologischer und volkswirtschaftlicher Bedeutung angesehen werden müssen.

# Literatur.

(Zu weiterer Information.)


1. O. Kirchner u. F. Blochmann: Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des Süßwassers. I. Teil 1890. II. Teil 1895.

2. B. Eyferths Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. III. Auflage von W. Schönichen und A. Kalberlah. 1900. Mit 16 Tafeln und 700 Abbildungen.

3. K. Lampert: Das Leben der Binnengewässer. Mit 12 Tafeln und vielen Holzschnitten. 1899.

4. C. Maz: Mikroskopische Wasseranalyse. 1898. Mit 8 Tafeln.

5. C. Schröter: Die Schwebflora unserer Seen. 1896. Mit 1 Doppeltafel.

6. O. Zacharias: Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. 2 Bände mit 130 Textabbildungen. 1891.

7. M. Perty: Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852. Mit 17 Tafeln. (Namentlich wegen der schönen und genauen Abbildungen noch immer gut verwertbar.)

8. O. Schmeil: Deutschlands freilebende Kopepoden. 3 Teile. 1892 bis 1896.

9. W. Lilljeborg: Cladocera Sueciae. (Die Kladozeren Schwedens.) 1900. Mit 87 Tafeln.

10. Hudson und Gosse: The Rotifera (die Rädertiere), mit vielen Tafeln. 1889. 2 Bände.

11. E. F. Weber: Faune .Rotatorienne (Rädertierfauna), mit vielen Tafeln. 1898.

---

12. Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön. 12 Bände mit zahlreichen Abbildungen 1893 bis 1905. Herausgeber: Dr. Otto Zacharias (Plön).

13. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Vierteljahrsschrift. Begründet 1905. Herausgeber: Dr. O. Zacharias (Plön). Neue Folge der Plöner Berichte.

14. Annales de Biologie lacustre (Jahrbücher der Seenbiologie). Herausgeber: Prof. E. Rousseau (Brüssel). 1906.

15. Hydrobiologische Untersuchungen von Dr. A. Seligo. 1907. Mit zahlreichen Abbildungen.

**Ameisen.** Die Ameisen. Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 61 Figuren.

Faßt die Ergebnisse der so interessanten Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, über die Sinnestätigkeit der Ameisen und über andere interessante Details aus dem Ameisenleben zusammen.

**Amerika** (s. a. Schulwesen). Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Professor J. Laurence Laughlin.

Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen, auf Grund des Resultats eines sorgfältigen und eingehenden Studiums einer langen Reihe von Tatsachen: Den Wettbewerb zwischen den Vereinigten Staaten und Europa — Schutzzoll und Reziprozität in den Vereinigten Staaten — Die Arbeiterfrage in den Vereinigten Staaten — Die amerikanische Trustfrage — Die Eisenbahnfrage in den Vereinigten Staaten — Die Bankfrage in den Vereinigten Staaten — Die herrschenden volkswirtschaftlichen Ideen in den Vereinigten Staaten.

——— Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Dr. E. Daenell.

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten von den ersten Kolonisationsversuchen bis zur jüngsten Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme, die zur Zeit die Amerikaner besonders bewegen.

**Anthropologie** s. Mensch.

**Arbeiterschutz.** Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von weil. Professor Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst.

Das Buch bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage" behandelten Stoffes; insbesondere treten die Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen in den Vordergrund.

**Arithmetik und Algebra** zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. P. Crantz. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. Mit 9 Figuren im Text.

Will in leicht faßlicher und für das Selbststudium geeigneter Darstellung über die Anfangsgründe der Arithmetik und Algebra unterrichten und behandelt die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, wobei auch die Logarithmen so ausführlich behandelt sind, daß jemand an der Hand des Buches sich auch vollständig mit dem Gebrauche der Logarithmentafeln vertraut machen kann.

**Astronomie** (s. a. Kalender; Mond; Weltall). Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Professor Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abbildungen im Text.

Schildert den Kampf der beiden hauptsächlichsten „Weltbilder", des die Erde und des die Sonne als Mittelpunkt betrachtenden, der einen bedeutungsvollen Abschnitt in der Kulturgeschichte der Menschheit bildet, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

**Atome** s. Moleküle.

**Auge.** Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff.

Schildert die Anatomie des menschlichen Auges sowie die Leistungen des Gesichtssinnes, besonders soweit sie außer dem medizinischen ein allgemein wissenschaftliches oder ästhetisches Interesse beanspruchen können, und behandelt die Gesundheitspflege (Hygiene) des Auges, besonders Schädigungen, Erkrankungen und Verletzungen des Auges, Kurzsichtigkeit und erhebliche Augenkrankheiten, sowie die künstliche Beleuchtung.

**Baukunst** (s. a. Städtebilder). Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Professor Dr. A. Matthaei. 2. Auflage. Mit Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln.

Der Verfasser will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären, indem er zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern, wie die romanische Kunst geschaffen und zur Gotik weiter entwickelt wird.

**Beethoven** s. Musik.

**Befruchtungsvorgang.** Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln.

Will die Ergebnisse der modernen Forschung, die sich mit dem Befruchtungsproblem befaßt, darstellen. Ei und Samen, ihre Genese, ihre Reifung und ihre Vereinigung werden behandelt, im Chromatin die materielle Grundlage der Vererbung aufgezeigt und als die Bedeutung des Befruchtungsvorgangs eine Mischung der Qualitäten zweier Individuen.

**Beleuchtungsarten.** Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen im Text.

Gibt einen Überblick über ein gewaltiges Arbeitsfeld deutscher Technik und Wissenschaft, indem die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung behandelt werden.

**Bevölkerungslehre.** Von Professor Dr. M. Haushofer.

Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

**Bibel** (s. a. Jesus; Religion). Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Divisionspfarrer Aug. Pott. Mit 8 Tafeln.

Will in die das allgemeine Interesse an der Textkritik bekundende Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?“ durch die Erörterung der Verschiedenheiten des Luthertextes (des früheren, revidierten und durchgesehenen) und seines Verhältnisses zum heutigen (deutschen) „berichtigten“ Text, einführen, den „ältesten Spuren des Textes“ nachgehen, eine „Einführung in die Handschriften“ wie die „ältesten Übersetzungen“ geben und in „Theorie und Praxis“ zeigen, wie der Text berichtigt und rekonstruiert wird.

**Bildungswesen** (s. a. Schulwesen). Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwickelung. Von Professor Dr. Friedrich Paulsen.

Auf beschränktem Raum löst der Verfasser die schwierige Aufgabe, indem er das Bildungswesen stets im Rahmen der allgemeinen Kulturbewegung darstellt, so daß die gesamte Kulturentwicklung unseres Volkes in der Darstellung seines Bildungswesens wie in einem verkleinerten Spiegelbild zur Erscheinung kommt. So wird aus dem Büchlein nicht nur für die Erkenntnis der Vergangenheit, sondern auch für die Forderungen der Zukunft reiche Frucht erwachsen.

**Biologie** s. Abstammungslehre; Ameisen; Befruchtungsvorgang; Leben; Meeresforschung; Pflanzen; Tierleben.

**Botanik** s. Obstbau; Pflanzen.

**Buchwesen** s. Illustrationskunst; Schriftwesen.

**Buddha.** Leben und Lehre des Buddha. Von Professor Dr. Richard Pischel. Mit 1 Tafel.

Gibt nach einer Übersicht über die Zustände Indiens zur Zeit des Buddha eine Darstellung des Lebens des Buddha, seiner Stellung zu Staat und Kirche, seiner Lehrweise, sowie seiner Lehre, seiner Ethik und der weiteren Entwicklung des Buddhismus.

**Chemie** (s. a. Haushalt; Metalle). Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Professor Dr. R. Blochmann. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein.

**Christentum** (s. a. Bibel; Jesus; Religion). Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Professor Dr. J. Geffcken.

Gibt durch eine Reihe von Bildern eine Vorstellung von der Stimmung im alten Christentum und von seiner inneren Kraft und verschafft so ein Verständnis für die ungeheure und vielseitige welthistorische kultur- und religionsgeschichtliche Bewegung.

**Dampf und Dampfmaschine.** Von Professor Dr. R. Vater. Mit 44 Abbildungen.

Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

**Darwinismus** s. Abstammungslehre.

**Deutschland** s. Kolonien; Volksstämme; Wirtschaftsgeschichte.

**Drama** (s. a. Theater). Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Professor Dr. G. Witkowski. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels.

Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

**Dürer.** Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abbildungen im Text.

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers und eine Darstellung seiner Kunst, in der nacheinander seine Selbst- und Angehörigenbildnisse, die Zeichnungen zur Apokalypse, die Darstellungen von Mann und Weib, das Marienleben, die Stiftungsgemälde, die Radierungen von Rittertum, Trauer und Heiligkeit sowie die wichtigsten Werke aus der Zeit der Reife behandelt werden.

**Ehe und Eherecht.** Von Professor Dr. Ludwig Wahrmund.

Schildert in gedrängter Fassung die historische Entwicklung des Ehebegriffes von den orientalischen und klassischen Völkern an nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite und untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes, behandelt darüber hinaus aber auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

**Eisenbahnen** (s. a. Technik; Verkehrsentwicklung). Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Professor Dr. F. Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und einer Doppeltafel.

Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten, sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

——— Die Eisenbahnen der Gegenwart in ihrer technischen Entwicklung. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann.

Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Eisenbahnen werden die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik behandelt. Insonderheit gelangen zur Darstellung der Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits, sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen. Eine Reihe besonders lehrreicher Abbildungen und Zeichnungen sind zur Erhöhung der Anschaulichkeit beigegeben.

**Eisenhüttenwesen.** Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding. 2. Auflage. Mit 12 Figuren im Text.

Schildert in gemeinfaßlicher Weise, wie Eisen, das unentbehrlichste Metall, erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird. Besonders wird der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen geschildert, die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert.

**Entdeckungen** (s. a. Polarforschung). Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Professor Dr. S. Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte.

Mit lebendiger Darstellungsweise sind hier die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit ansprechend geschildert, von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Columbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

**Erde** (s. a. Mensch und Erde; Wirtschaftsgeschichte). Aus der Vorzeit der Erde. Vorträge über allgemeine Geologie. Von Professor Dr. Fr. Frech. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 5 Doppeltafeln.

Erörtert die interessantesten und praktisch wichtigsten Probleme der Geologie: die Tätigkeit der Vulkane, das Klima der Vorzeit, Gebirgsbildung, Korallenriffe, Talbildung und Erosion, Wildbäche und Wildbachverbauung.

**Erfindungswesen** s. Gewerbe.

**Ernährung** (s. a. Alkoholismus; Haushalt; Kaffee). Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge von weil. Professor Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln.

Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

**Farben** s. Licht.

**Frauenbewegung.** Die moderne Frauenbewegung. Von Dr. Käthe Schirmacher.

Gibt einen Überblick über die Haupttatsachen der modernen Frauenbewegung in allen Ländern und schildert eingehend die Bestrebungen der modernen Frau auf dem Gebiet der Bildung, der Arbeit, der Sittlichkeit, der Soziologie und Politik.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Frauenbewegung.** Die Frauenarbeit, ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt.

Das Thema wird als ein brennendes Problem behandelt, das uns durch den Kapitalismus aufgegeben worden ist, und behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

**Frauenleben.** Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Direktor Dr. Ed. Otto. Mit 25 Abbildungen.

Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellen.

**Friedrich Fröbel.** Sein Leben und sein Wirken. Von Adele v. Portugall.

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

**Fürstentum.** Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Professor Dr. E. Hubrich.

Der Verfasser zeigt in großen Umrissen den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der preußischen Verfassungsverhältnisse. Nach kürzerer Beleuchtung der älteren Verfassungspartie schildert der Verfasser die Begründung des fürstlichen Absolutismus und demgegenüber das Erwachen, Fortschreiten und Siegen des modernen Konstitutionalismus.

**Gasmaschinen** s. Wärmekraftmaschinen.

**Geographie** s. Entdeckungen; Japan; Kolonien; Mensch; Palästina; Polarforschung; Volksstämme; Wirtschaftsleben.

**Geologie** s. Erde.

**Germanen.** Germanische Kultur in der Urzeit. Von Dr. G. Steinhausen. Mit 17 Abbildungen.

Das Büchlein beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

——— Germanische Mythologie. Von Dr. Julius von Negelein.

Der Verfasser gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem er die Äußerungen religiösen Lebens namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht, sich überall bestrebt, das zugrunde liegende psychologische Motiv zu entdecken, die verwirrende Fülle mythischer Tatsachen und einzelner Namen aber demgegenüber zurücktreten läßt.

**Geschichte** (s. a. Amerika; Bildungswesen; Entdeckungen; Frauenleben; Fürstentum; Germanen; Japan; Jesuiten; Ingenieurtechnik; Kalender; Kriegswesen; Kultur; Kunstgeschichte; Literaturgeschichte; Luther; Münze; Musik; Palästina; Pompeji; Rom; Schulwesen; Städtewesen; Volksstämme; Welthandel; Wirtschaftsgeschichte).

**Geschichte.** Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. K. Th. Heigel.

Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse vom Ausbruche der französischen Revolution bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht und wobei überall Ursache und Folge, d. h. der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge, dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

——— Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Professor Dr. Ottokar Weber. 2 Bändchen.

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwickelung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte. Der große Reformator, Regenten großer und kleiner Staaten, Generale, Diplomaten kommen zu Wort. Was Martin Luther einst geträumt: ein nationales deutsches Kaiserreich, unter Bismarck steht es begründet da.

——— 1848. Sechs Vorträge von Professor Dr. Ottokar Weber.

Bringt auf Grund des überreichen Materials in knapper Form eine Darstellung der wichtigen Ereignisse des Jahres 1848, dieser nahezu über ganz Europa verbreiteten großen Bewegung in ihrer bis zur Gegenwart reichenden Wirkung.

——— Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der Gegenwart. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

——— Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwickelungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Professor Dr. Richard Schwemer.

Die 3 Bändchen geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Sturze in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

**Gesundheitslehre** (s. a. Alkoholismus; Ernährung; Haushalt; Heilwissenschaft; Leibesübungen; Mensch; Nervensystem; Schulhygiene; Stimme; Tuberkulose). Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von Professor Dr. H. Buchner. 2. Auflage, besorgt von Professor Dr. M. Gruber. Mit zahlreichen Abbildungen im Text.

In klarer und überaus fesselnder Darstellung unterrichtet der Verfasser über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorgung, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über wichtige Fragen der Hygiene.

**Gewerbe.** Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt B. Coltsdorf.

Nach einem allgemeinen Überblick über Entstehung und Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und einer Bestimmung der Begriffe Patent und Erfindung wird zunächst das deutsche

Patentrecht behandelt, wobei der Gegenstand des Patentes, der Patentberechtigte, das Verfahren in Patentsachen, die Rechte und Pflichten des Patentinhabers, das Erlöschen des Patentrechtes und die Verletzung und Anmaßung des Patentschutzes erörtert werden. Sodann wird das Muster- und Warenzeichenrecht dargestellt und dabei besonders Art und Gegenstand der Muster, ihre Nachbildung, Eintragung, Schutzdauer und Löschung klargelegt. Ein weiterer Abschnitt befaßt sich mit den internationalen Verträgen und dem Ausstellungsschutz. Zum Schlusse wird noch die Stellung der Patentanwälte besprochen.

**Handfertigkeit** s. Knabenhandarbeit.

**Handwerk.** Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Ed. Otto. 2. Aufl. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln.

Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit, der großen Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse im Zeitalter der Eisenbahnen und Dampfmaschinen und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts, wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

**Haus** (s. a. Kunst). Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Professor Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen, darunter 85 von Professor A. von Schroetter.

Das Buch will das Interesse an dem deutschen Haus, wie es geworden ist, fördern; mit zahlreichen künstlerischen Illustrationen ausgestattet, behandelt es nach dem „Herdhaus" das oberdeutsche Haus, führt dann anschaulich die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät vor und gibt einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat.

——— Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Chr. Rauck. Mit 70 Abbildungen.

Der Verfasser führt den Leser in das Haus des germanischen Landwirtes und zeigt dessen Entwicklung, wendet sich dann dem Hause der skandinavischen Bauern zu, um hierauf die Entwicklung des deutschen Bauernhauses während des Mittelalters darzustellen und mit einer Schilderung der heutigen Form des deutschen Bauernhauses zu schließen.

**Haushalt** (s. a. Kaffee). Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bändchen.

I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abbildungen.
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen.

Selbst gebildete Hausfrauen können sich Fragen nicht beantworten wie die, weshalb sie z. B. kondensierte Milch auch in der heißen Zeit in offenen Gefäßen aufbewahren können, weshalb sie hartem Wasser Soda zusetzen, weshalb Obst im kupfernen Kessel nicht erkalten soll. Da soll hier an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, das naturwissenschaftliche Denken der Leserinnen so geschult werden, daß sie befähigt werden, auch solche Fragen selbst zu beantworten, die das Buch unberücksichtigt läßt.

——— Chemie in Küche und Haus. Von Professor Dr. G. Abel. Mit Abbildungen im Text und einer mehrfarbigen Doppeltafel.

Das Bändchen will Gelegenheit bieten, die in Küche und Haus täglich sich vollziehenden chemischen und physikalischen Prozesse richtig zu beobachten und nutzbringend zu verwerten. So wird Heizung und Beleuchtung, vor allem aber die Ernährung erörtert, werden tierische und pflanzliche Nahrungsmittel, Genußmittel und Getränke behandelt.

**Haydn** s. Musik.

**Heilwissenschaft** (s. a. Auge; Gesundheitslehre). Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Badearzt Dr. S. Ebel.

Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

——— Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Professor Dr. D. von Hansemann.

Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgend einer Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Aberglauben, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

**Hilfsschulwesen.** Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel.

Es wird in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik gegeben. An Hand der vorhandenen Literatur und auf Grund von Erfahrungen wird nicht allein zusammengestellt, was bereits geleistet worden ist, sondern auch hervorgehoben, was noch der Entwicklung und Bearbeitung harrt.

**Japan** (s. a. Kunst). Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Professor Dr. K. Rathgen.

Vermag auf Grund eigener langjähriger Erfahrung ein wirkliches Verständnis der merkwürdigen und für uns wirtschaftlich so wichtigen Erscheinung der fabelhaften Entwicklung Japans zu eröffnen.

**Jesuiten.** Die Jesuiten. Eine historische Skizze von Professor Dr. H. Boehmer.

Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens, das nicht nur von der sogenannten Jesuitenmoral oder von der Ordensverfassung, sondern auch von der Jesuitenschule, von den Leistungen des Ordens auf dem Gebiete der geistigen Kultur, von dem Jesuitenstaate usw. handelt.

**Jesus** (s. a. Bibel; Christentum; Religion). Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Professor Dr. H. Weinel. 2. Auflage.

Will gegenüber kirchlicher und nichtkirchlicher Allegorisierung der Gleichnisse Jesu mit ihrer richtigen, wörtlichen Auffassung bekannt machen und verbindet damit eine Einführung in die Arbeit der modernen Theologie.

——— Jesus und seine Zeitgenossen. Von Pastor K. Bonhoff.

Die ganze Herbheit und köstliche Frische des Volkskindes, die hinreißende Hochherzigkeit und prophetische Überlegenheit des genialen Volksmannes, die reife Weisheit des Jüngerbildners und die religiöse Tiefe und Weite des Evangeliumverkünders von Nazareth wird erst empfunden, wenn man ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht, wie es dieses Büchlein tun will.

——— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer Dr. Paul Mehlhorn.

Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als wirklicher Tatbestand festzuhalten, was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist, durch Darlegung der Grundsätze, nach denen die Scheidung des geschichtlich Glaubwürdigen und der es umrankenden Phantasiegebilde vorzunehmen ist und durch Vollziehung der so gekennzeichneten Art chemischer Analyse an den wichtigsten Stoffen des „Lebens Jesu".

**Illustrationskunst.** Die deutsche Illustration. Von Professor Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen.

Behandelt ein besonders wichtiges und besonders lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Stück „Kunsterziehung".

**Ingenieurtechnik.** Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor: die Gebirgsbahnen, die Bergbahnen, und als deren Vorläufer die bedeutenden Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten.

——— Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen im Text und auf einer Doppeltafel.

Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Ägypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

**Israel** s. Religion.

**Kaffee** (s. a. Ernährung; Haushalt). Die narkotischen Aufgußgetränke. Von Professor Dr. Wieler. Mit zahlreichen Abbildungen.

Behandelt, durch zweckentsprechende Abbildungen unterstützt, Kaffee, Tee und Kakao eingehender, Mate und Kola kürzer, in bezug auf die botanische Abstammung, die natürliche Verbreitung der Stammpflanzen, die Verbreitung ihrer Kultur, die Wachstumsbedingungen und die Kulturmethoden, die Erntezeit und die Ernte, endlich die Gewinnung der fertigen Ware, wie der Weltmarkt sie aufnimmt, aus dem geernteten Produkte.

**Kakao** s. Kaffee.

**Kalender.** Der Kalender. Von Professor Dr. W. F. Wislicenus.

Erklärt die astronomischen Erscheinungen, die für unsere Zeitrechnung von Bedeutung sind, und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben für Vergangenheit und Zukunft, sie durch zahlreiche Beispiele erläuternd.

**Kant** (s. a. Philosophie). Immanuel Kant; Darstellung und Würdigung. Von Professor Dr. O. Külpe. Mit einem Bildnisse Kants.

Kant hat durch seine grundlegenden Werke ein neues Fundament für die Philosophie aller Völker und Zeiten geschaffen. Dieses in seiner Tragfähigkeit für moderne Ideen darzustellen, hat sich der Verfasser zur Aufgabe gestellt. Es ist ihm gelungen, den wirklichen Kant mit historischer Treue zu schildern und doch auch zu beleuchten, wie die Nachwelt berufen ist, hinauszustreben über die Anschauungen des gewaltigen Denkers, da auch er ein Kind seiner Zeit ist und manche seiner Lehrmeinungen vergänglicher Art sein müssen.

**Knabenhandarbeit.** Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminardirektor Dr. Alw. Pabst. Mit 21 Abbildungen im Text und 1 Titelbild.

Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen und erhärtet seinen Wert als Erziehungsmittel, erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und gibt zum Schlusse eine vergleichende Darstellung der Systeme in den verschiedenen Ländern.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

**Kolonien.** Die deutschen Kolonien. Land und Leute. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen und 2 Karten.

Bringt auf engem Raume eine durch Abbildungen und Karten unterstützte, wissenschaftlich genaue Schilderung der deutschen Kolonien, sowie eine einwandfreie Darstellung ihrer Völker nach Nahrung und Kleidung, Haus und Gemeindeleben, Sitte und Recht, Glaube und Aberglaube, Arbeit und Vergnügen, Gewerbe und Handel, Waffen und Kampfesweise.

**Kriegswesen.** Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major O. von Sothen. Mit 9 Übersichtskärtchen.

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen, sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Jetztzeit.

——— Der Seekrieg. Seine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D.

Der Verf. bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem er zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt, wobei er besonders das Abhängigkeitsverhältnis, in dem unsere Weltwirtschaftsstaaten kommerziell und politisch zu den Verkehrswegen der See stehen, darstellt.

**Kultur** (s. a. Germanen; Geschichte; griech. Städtebilder). Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Professor Dr. Ludwig Stein.

Behandelt in der Überzeugung, daß die Kulturprobleme der Gegenwart sich uns nur durch einen tieferen Einblick in ihren Werdegang erschließen, Natur und Kultur, den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung, ferner die Anfänge der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

**Kunst** (s. a. Baukunst; Dürer; Städtebilder; Illustrationskunst; Schriftwesen). Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen.

Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

——— Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent R. Bürkner. Mit 14 Abbildungen.

Will, ausgehend von der Überzeugung, daß zu einem vollen Menschensein und Volkstum die Pflege des Schönen unabweisbar gehört, die Augen zum rechten Sehen öffnen lehren und die ganze Lebensführung, Kleidung und Häuslichkeit ästhetisch gestalten, um so auch zur Erkenntnis desselben zu führen, was an Heimatkunst und Heimatschutz zu hegen ist, und auf diesem großen Gebiete persönlichen und allgemeinen ästhetischen Lebens ein praktischer Ratgeber sein.

——— Die ostasiatische Kunst und ihre Einwirkung auf Europa. Von Direktor Dr. R. Graul. Mit 49 Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel.

Bringt die bedeutungsvolle Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials, den Einfluß Chinas auf die Entwicklung der zum Rokoko drängenden freien Richtungen in der dekorativen Kunst des 18 Jahrhunderts wie den auf die Entwicklung des 19. Jahrhunderts. Der Verfasser weist auf die Beziehungen der Malerei und Farbendruckkunst Japans zum Impressionismus der modernen europäischen Kunst hin.

**Leben.** Die Erscheinungen des Lebens. Grundprobleme der modernen Biologie. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 46 Figuren im Text.

Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Aeußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

**Leibesübungen.** Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Professor Dr. K. Zander. 2. Auflage. Mit 19 Abbildungen.

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

**Licht** (s. a. Beleuchtungsarten; Chemie). Das Licht und die Farben. Sechs Vorlesungen, gehalten im Volkshochschulverein München von Professor Dr. L. Graetz. 2. Auflage. Mit 116 Abbildungen.

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben, behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographie.

**Literaturgeschichte** s. Drama; Schiller; Theater; Volkslied.

**Luther** (s. a. Geschichte). Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Professor Dr. H. Boehmer.

Versucht durch sorgfältige historische Untersuchung eine erschöpfende Darstellung von Luthers Leben und Wirken zu geben, die Persönlichkeit des Reformators aus ihrer Zeit heraus zu erfassen, ihre Schwächen und Stärken beleuchtend zu einem wahrheitsgetreuen Bilde zu gelangen, und gibt so nicht nur ein psychologisches Porträt, sondern bietet zugleich ein interessantes Stück Kulturgeschichte.

**Mädchenschule** (s. a. Bildungswesen; Schulwesen). Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin.

Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

**Mathematik** s. Arithmetik.

**Meeresforschung.** Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. Mit 41 Figuren.

Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

**Mensch** (s. a. Auge; Kultur; Stimme). Der Mensch. Sechs Vorlesungen aus dem Gebiete der Anthropologie. Von Dr. Adolf Heilborn. Mit zahlreichen Abbildungen.

Stellt die Lehren der „Wissenschaft aller Wissenschaften" streng sachlich und doch durchaus volkstümlich dar: das Wissen vom Ursprung des Menschen, die Entwicklungsgeschichte des Individuums, die künstlerische Betrachtung der Proportionen des menschlichen Körpers und die streng wissenschaftlichen Meßmethoden (Schädelmessung usf.), behandelt ferner die Menschenrassen, die rassenanatomischen Verschiedenheiten, den Tertiärmenschen.

**Mensch.** Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. H. Sachs. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen.

Stellt eine Reihe schematischer Abbildungen dar, erläutert die Einrichtung und die Tätigkeit der einzelnen Organe des Körpers und zeigt dabei vor allem, wie diese einzelnen Organe in ihrer Tätigkeit aufeinander einwirken, miteinander zusammenhängen und so den menschlichen Körper zu einem einheitlichen Ganzen, zu einem wohlgeordneten Staate machen.

——— Die Seele des Menschen. Von Professor Dr. J. Rehmke. 2. Auflage.

Behandelt, von der Tatsache ausgehend, daß der Mensch eine Seele habe, die ebenso gewiß sei wie die andere, daß der Körper eine Gestalt habe, das Seelenwesen und das Seelenleben und erörtert, unter Abwehr der materialistischen und halbmaterialistischen Anschauungen, von dem Standpunkt aus, daß die Seele Unkörperliches Immaterielles sei, nicht etwa eine Bestimmtheit des menschlichen Einzelwesens, auch nicht eine Wirkung oder eine „Funktion" des Gehirns, die verschiedenen Tätigkeitsäußerungen des als Seele Erkannten.

——— Die fünf Sinne des Menschen. Von Professor Dr. Jos. Clem. Kreibig. Mit 30 Abbildungen im Text.

Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise, indem das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt der Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen besprochen werden.

——— **und Erde.** Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Professor Dr. A. Kirchhoff. 2. Auflage.

Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, über Steppen- und Wüstenvölker, über die Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

——— **und Tier.** Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Professor Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbildungen im Text.

Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erfährt eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung; besonders werden die Kampfmittel beider Gegner geschildert, Schußwaffen, Fallen, Gifte, oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit, der Schutzfärbung und Anpassungsfähigkeit nicht zu vergessen.

**Menschenleben.** Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 2. Auflage.

Beantwortet die Frage: Gibt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohl begründeter Weise und entwirft die Grundzüge einer wissenschaftlich haltbaren und für eine nationale Erziehung brauchbaren Lebensanschauung und Lebensordnung.

**Metalle.** Die Metalle. Von Professor Dr. K. Scheid. Mit 16 Abbildungen.

Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, schildert die mutmaßliche Bil ung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften und Verwendung, unter Angabe historischer, kulturgeschichtlicher und statistischer Daten, sowie die Verarbeitung der Metalle.

**Meteorologie** s. Wetter.

**Mikroskop** (s. a. Optik). Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung, gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen im Text und einer Tafel.

Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops, und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben, endlich gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

**Moleküle.** Moleküle — Atome — Weltäther. Von Professor Dr. G. Mie. Mit 27 Figuren im Text.

Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

**Mond** (s. a. Weltall). Der Mond. Von Professor Dr. J. Franz. Mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Doppeltafeln.

Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

**Mozart** s. Musik.

**Münze.** Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen im Text.

Zeigt, wie Münzen als geschichtliche Überbleibsel der Vergangenheit zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen, die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung werden in historischer Entwicklung dargelegt und im Anschluß daran Münzsammlern beherzigenswerte Winke gegeben.

**Musik.** Einführung in das Wesen der Musik. Von Professor C. R. Hennig.

Die hier gegebene Ästhetik der Tonkunst untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials; sie prüft die Natur der Darstellungsmittel und untersucht die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmateriales und der Darstellungsmittel in idealer Gestaltung zur Darstellung gebracht werden können.

——— Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro.

Gibt in großen Zügen eine übersichtliche äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen und unter strenger Ausscheidung alles dessen, was für die Entwicklung der Musik ohne Bedeutung war.

——— Haydn, Mozart, Beethoven. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. Von Professor Dr. C. Krebs.

Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus eignem hinzugebracht hat.

**Muttersprache.** Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Professor Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen im Text und auf Tafeln, sowie mit 1 Karte.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wider der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, anderer seits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

**Mythologie** s. Germanen.

**Nahrungsmittel** s. Alkoholismus; Chemie; Ernährung; Haushalt; Kaffee

**Nationalökonomie** s. Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Soziale Bewegungen; Frauenbewegung; Welthandel; Wirtschaftsleben.

**Naturlehre.** Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Professor Dr. Felix Auerbach. 2. Auflage. Mit 79 Figuren im Text.

Eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der in der modernen Naturlehre eine allgemeine und exakte Rolle spielenden Begriffe Raum und Bewegung, Kraft und Masse und die allgemeinen Eigenschaften der Materie, Arbeit, Energie und Entropie.

**Naturwissenschaften** s. Abstammungslehre; Ameisen; Astronomie; Befruchtungsvorgang; Chemie; Erde; Haushalt; Licht; Meeresforschung; Mensch; Moleküle; Naturlehre; Obstbau; Pflanzen; Religion; Strahlen; Tierleben; Weltall; Wetter.

**Nervensystem.** Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele im gesunden und kranken Zustande. Von Professor Dr. R. Zander. Mit 27 Figuren im Text.

Erörtert die Bedeutung der nervösen Vorgänge für den Körper, die Geistestätigkeit und das Seelenleben und sucht klarzulegen, unter welchen Bedingungen Störungen der nervösen Vorgänge auftreten, wie sie zu beseitigen und zu vermeiden sind.

**Obstbau.** Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen im Text

Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues, sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

**Optik** (s. a. Mikroskop; Stereoskop). Die optischen Instrumente. Von Dr. M. von Rohr. Mit 84 Abbildungen im Text.

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach modernen Anschauungen, wobei weder das Ultramikroskop noch die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht (Monochromate), weder die Prismen- noch die Zielfernrohre, weder die Projektionsapparate noch die stereoskopischen Entfernungsmesser und der Stereokomparator fehlen.

**Ostasien** s. Kunst.

**Pädagogik** (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Knabenhandarbeit; Mädchenschule; Schulwesen). Allgemeine Pädagogik. Von Professor Dr. Theobald Ziegler. 2. Auflage.

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemeinverständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste. Die Zwecke und Motive der Erziehung, das Erziehungsgeschäft selbst, dessen Organisation werden erörtert, die verschiedenen Schulgattungen dargestellt.

**Palästina.** Palästina und seine Geschichte. Sechs Vorträge von Professor Dr. H. Freiherr von Soden. 2. Auflage. Mit 2 Karten und 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des heiligen Landes.

Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder er es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte — ein wechselvolles, farbenreiches Bild, dessen Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die en Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösen.

**ntentrecht** s. Gewerbe.

**Pflanzen** (s. a. Obstbau; Tierleben). Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Von Professor Dr. K. Giesenhagen. Mit 40 Figuren im Text.

Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

——— Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Privatdozent Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen im Text.

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

**Philosophie** (s. a. Kant; Menschenleben; Schopenhauer; Weltanschauung; Weltproblem). Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Professor Dr. O. Külpe. 3. Auflage.

Schildert die vier Hauptrichtungen der deutschen Philosophie der Gegenwart, den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus, nicht nur im allgemeinen, sondern auch durch eingehendere Würdigung einzelner typischer Vertreter wie Mach und Dühring, Haeckel, Nietzsche, Fechner, Lotze, v. Hartmann und Wundt.

**Physik** s. Licht; Mikroskop; Moleküle; Naturlehre; Optik; Strahlen.

**Polarforschung.** Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Professor Dr. Kurt Hassert. Mit 6 Karten auf 2 Tafeln.

Faßt die Hauptfortschritte und Ergebnisse der Jahrhunderte alten, an tragischen und interessanten Momenten überreichen Entdeckungstätigkeit zusammen.

**Pompeji,** eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Professor Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen.

Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

**Psychologie** s. Mensch; Nervensystem; Seele.

**Rechtsschutz** s. Gewerbe.

**Religion** (s. a. Buddha; Christentum; Germanen; Jesuiten; Jesus; Luther). Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Professor Dr. Fr. Giesebrecht.

Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

——— Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick von Dr. A. Pfannkuche.

Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen. Ausgehend von der ursprünglichen Einheit von Religion und Naturerkennen in den Naturreligionen schildert der Verfasser das Entstehen der Naturwissenschaft in Griechenland und der Religion in Israel, um dann zu zeigen, wie aus der Verschwisterung beider jene ergreifenden Konflikte erwachsen, die sich besonders an die Namen von Kopernikus und Darwin knüpfen.

**Religion.** Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch.

Will die gegenwärtige religiöse Lage nach ihren bedeutsamen Seiten hin darlegen und ihr geschichtliches Verständnis vermitteln; die markanten Persönlichkeiten und Richtungen, die durch wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung gestellten Probleme, wie die Ergebnisse der Forschung, der Ultramontanismus wie die christliche Liebestätigkeit gelangen zur Behandlung.

**Rom.** Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch.

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

**Schiller.** Von Professor Dr. Th. Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre.

Gedacht als eine Einführung in das Verständnis von Schillers Werdegang und Werken, behandelt das Büchlein vor allem die Dramen Schillers und sein Leben, ebenso aber auch einzelne seiner lyrischen Gedichte und die historischen und philosophischen Studien als ein wichtiges Glied in der Kette seiner Entwicklung.

**Schopenhauer.** Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Oberlehrer H. Richert. Mit dem Bildnis Schopenhauers.

Unterrichtet über Schopenhauer in seinem Werden, seinen Werken und seinem Fortwirken, in seiner historischen Bedingtheit und seiner bleibenden Bedeutung, indem es eine gründliche Einführung in die Schriften Schopenhauers und zugleich einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines philosophischen Systems gibt.

**Schriftwesen.** Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 37 Abbildungen.

Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

**Schulhygiene.** Von Privatdozent Dr. Leo Burgerstein. Mit einem Bildnis und 33 Figuren im Text.

Bietet eine auf den Forschungen und Erfahrungen in den verschiedensten Kulturländern beruhende Darstellung, die ebenso die Hygiene des Unterrichts und Schullebens wie jene des Hauses, die im Zusammenhang mit der Schule stehenden modernen materiellen Wohlfahrtseinrichtungen, endlich die hygienische Unterweisung der Jugend, die Hygiene des Lehrers und die Schularztfrage behandelt.

**Schulwesen** (s. a. Bildungswesen; Fröbel; Hilfsschulwesen; Mädchenschule; Pädagogik). Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe.

Stellt die Entwicklung des deutschen Schulwesens in seinen Hauptperioden dar und bringt so Anfänge des deutschen Schulwesens, Scholastik, Humanismus, Reformation, Gegenreformation, neue Bildungsziele, Pietismus, Philanthropismus, Aufklärung, Neuhumanismus, Prinzip der allseitigen Ausbildung vermittels einer Anstalt, Teilung der Arbeit und den nationalen Humanismus der Gegenwart zur Darstellung.

——— Schulkämpfe der Gegenwart. Vorträge zum Kampf um die Volksschule in Preußen, gehalten in der Humboldt-Akademie in Berlin. Von J. Tews.

Knapp und doch umfassend stellt der Verfasser die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschule handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, deren Abhängigkeit von Zeitgeist und Zeitbedürfnissen, deren Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

**Schulwesen.** Volksschule und Lehrerbildung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von Direktor Dr. Franz Kuypers.

Der Verfasser hat nicht nur die Weltausstellung zu St. Louis gründlich studiert, sondern sich auch sonst in den Schulen der fortgeschrittenen Staaten Nordamerikas umgesehen. Anschaulich schildert er das Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend. Dabei wird der Leser zum Vergleich mit der heimischen Unterrichtsmanier (strenger stufenmäßiger Aufbau, Vorherrschen des Dozierens u. dgl.) angeregt.

**Seekrieg** s. Kriegswesen.

**Seele** s. Mensch.

**Sinnesleben** s. Mensch.

**Soziale Bewegungen** (s. a. Arbeiterschutz; Frauenbewegung). Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Professor Dr. G. Maier. 3. Auflage.

In einer geschichtlichen Betrachtung, die mit den altorientalischen Kulturvölkern beginnt, werden an den zwei großen wirtschaftlichen Schriften Platos die Wirtschaft der Griechen, an der Gracchischen Bewegung die der Römer beleuchtet, ferner die Utopie des Thomas Morus, andererseits der Bauernkrieg behandelt, die Bestrebungen Colberts und das Merkantilsystem, die Physiokraten und die ersten wissenschaftlichen Staatswirtschaftslehrer gewürdigt und über die Entstehung des Sozialismus und die Anfänge der neueren Handels-, Zoll- und Verkehrspolitik aufgeklärt.

**Sprache** s. Muttersprache; Stimme.

**Städtewesen.** Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Oberlehrer Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen im Text und auf 1 Doppeltafel.

Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

——— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Vorträge gehalten bei der Oberschulbehörde in Hamburg. Von Regierungs-Baumeister Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen.

Will dem als Zeichen wachsenden Kunstverständnisses zu begrüßenden Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine mit Abbildungen reich unterstützte Schilderung der so eigenartigen und vielfachen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegenkommen.

——— Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und 1 Tafel.

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr, auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

**Stereoskop** (s. a. Optik). Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Professor Th. Hartwig. Mit 40 Abbildungen im Text und 19 stereoskopischen Tafeln.

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und praktischen Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators, insbesondere in bezug auf photogrammetrische Messungen. Beigegeben sind 19 stereoskopische Tafeln.

**Stimme,** die menschliche, und ihre Hygiene. Von Professor Dr. P. Gerber. Mit 20 Abbildungen.

Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne wird der Kehlkopf des Menschen, sein Bau, seine Verrichtungen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung, insbesondere Erkältungskrankheiten, die professionelle Stimmschwäche, der Alkoholeinfluß und die Abhärtung erörtert.

**Strahlen** (s. a. Licht). Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Professor Dr. R. Börnstein und Professor Dr. W. Marckwald. Mit 82 Abbildungen.

Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

**Technik** (s. a. Beleuchtungsarten; Dampf; Eisenbahnen; Eisenhüttenwesen; Ingenieurtechnik; Metalle; Mikroskop; Rechtsschutz; Stereoskop; Wärmekraftmaschinen). Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über die Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik auf das gesamte Kulturleben. Von Geh. Regierungsrat Professor Dr. W. Launhardt. 2. Auflage. Mit 16 Abbildungen im Text und auf 5 Tafeln.

Ein geistreicher Rückblick auf die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik, der die Weltwunder unserer Zeit verdankt werden.

**Tee** s. Kaffee.

**Theater** (s. a. Drama). Das Theater. Sein Wesen, seine Geschichte, seine Meister. Von Professor Dr. K. Borinski. Mit 8 Bildnissen.

Begreift das Drama als ein Selbstgericht des Menschentums und charakterisiert die größten Dramatiker der Weltliteratur bei aller Knappheit liebevoll und geistvoll, wobei es die dramatischen Meister der Völker und Zeiten tunlichst selbst reden läßt.

**Theologie** s. Bibel; Christentum; Jesus; Palästina; Religion.

**Tierleben** (s. a. Ameise; Mensch und Tier). Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Professor Dr. K. Kraepelin.

Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

——— Einführung in die Tierkunde. Von Privatdozent Dr. Kurt Hennings.

Will die Einheitlichkeit des gesamten Tierreiches zum Ausdruck bringen, Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung als die charakterisierenden Eigenschaften aller Tiere darstellen und sodann die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich machen, wobei

der Schwerpunkt der Darstellung auf die Lebensweise der Tiere gelegt ist. So werden nach einem Vergleich der drei Naturreiche die Bestandteile des tierischen Körpers behandelt, sodann ein Überblick über die sieben großen Kreise des Tierreiches gegeben, ferner Bewegung und Bewegungsorgane, Aufenthaltsort, Bewußtsein und Empfindung, Nervensystem und Sinnesorgane, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Entwicklung erörtert.

**Tierleben.** Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit zahlreichen Vollbildern und Textbildern.

Zahlreiche niederste Tiere pflanzen sich ungeschlechtlich fort, und bis zu den Fischen hinauf finden wir bei zahlreichen Tiergruppen die Einzelindividuen als Zwitter. Aus diesem Hermaphroditismus hat sich allmählich die Zweigeschlechtigkeit herausgebildet, die es wieder bei verschiedenen Tierarten zu auffälligstem geschlechtlichem Dimorphismus, ja zu so weit gehender Verschiedenheit der Männchen und Weibchen derselben Art gebracht hat, daß selbst Fachleute wiederholt Männchen und Weibchen ein und derselben Art für Individuen verschiedener Art angesprochen haben. Vorliegende Schrift führt dem Leser aus der Fülle der Beispiele die interessanten Fälle solcher Verschiedenheit zwischen Männchen und Weibchen vor und kommt dabei auch vielfach auf die Brutpflege in der Tierwelt und das Verhalten der Männchen zu derselben zu sprechen.

——— Die Lebensbedingungen und die geographische Verbreitung der Tiere. Von Professor Dr. Otto Maas.

Es soll hier nicht, wie es in verdienstvoller Weise von mancher Seite geschehen ist, ein gedrängtes Nachschlagebüchlein für den Studenten und Fachmann gegeben werden, sondern bei wissenschaftlich nicht vorgebildeten Kreisen Interesse für die Sache, die „Tiergeographie" erweckt werden. Manche Anknüpfungen an soziale Fragen werden dabei berührt. Es kann dies nicht geschehen, ohne auf biologische Gesichtspunkte, auf die „Lebensbedingungen" einzugehen. Der Hauptzweck des Bändchens soll aber sein, auf die allgemeinen Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die sich aus einer Betrachtung der Tierwelt überhaupt, auch der heimatlichen, ergeben.

**Tuberkulose.** Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Für die Gebildeten aller Stände gemeinfaßlich dargestellt von Oberstabsarzt Dr. W. Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren im Text.

Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose, vor allem die hygienisch-diätetische Behandlung in Sanatorien und Lungenheilstätten.

**Turnen** s. Leibesübungen.

**Verfassung** (s. a. Fürstentum). Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Sechs Vorträge von Professor Dr. E. Loening. 2. Auflage.

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist, und durch Aufweisung des Zusammenhanges sowie durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche den richtigen Standpunkt für das Verständnis des geltenden Rechtes zu gewinnen.

**Verkehrsentwicklung** (s. a. Eisenbahnen; Technik). Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Professor Dr. W. Lotz. 2. Aufl.

Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln und deren wirtschaftliche Wirkungen eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

**Versicherung** (s. a. Arbeiterschutz). Grundzüge des Versicherungswesens. Von Professor Dr. A. Manes.

Behandelt sowohl die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, die Entwicklung der Versicherung, die Organisation ihrer Unternehmungsformen, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, als die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung, Haftpflichtversicherung, Transportversicherung, Feuerversicherung, Hagelversicherung, Viehversicherung, kleinere Versicherungszweige, Rückversicherung.

**Volkslied.** Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. 2. Auflage.

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

**Volksstämme.** Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Professor Dr. O. Weise. 2. Auflage. Mit 29 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen, Besonderheiten in der Sprache und Hauseinrichtung u. a. m.

**Volkswirtschaftslehre** s. Amerika; Arbeiterschutz; Bevölkerungslehre; Frauenbewegung; Japan; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung; Versicherung; Wirtschaftsgeschichte.

**Warenzeichenrecht** s. Gewerbe.

**Wärme** s. Chemie.

**Wärmekraftmaschinen** (s. a. Dampf). Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Professor Dr. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 34 Abbildungen.

Will Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken. Nach einem einleitenden Abschnitte folgt eine kurze Besprechung der verschiedenen Betriebsmittel, wie Leuchtgas, Kraftgas usw., der Viertakt- und Zweitaktwirkung, woran sich dann das Wichtigste über die Bauarten der Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen sowie eine Darstellung des Wärmemotors Patent Diesel anschließt.

——— Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. Richard Vater. Mit 48 Abbildungen.

Ohne den Streit, ob „Lokomobile oder Sauggasmaschine", „Dampfturbine oder Großgasmaschine", entscheiden zu wollen, behandelt Verfasser die einzelnen Maschinengattungen mit Rücksicht auf ihre Vorteile und Nachteile, wobei im zweiten Teil der Versuch unternommen ist, eine möglichst einfache und leichtverständliche Einführung in die Theorie und den Bau der Dampfturbine zu geben.

**Wasser** s. Chemie.

**Weltall** (s. a. Astronomie). Der Bau des Weltalls. Von Professor Dr. J. Scheiner. 2. Auflage. Mit 24 Figuren im Text und auf einer Tafel.

Stellt nach einer Einführung in die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall dar, wie das Weltall von der Erde aus erscheint, erörtert den inneren Bau des Weltalls, d. h. die Struktur der selbständigen Himmelskörper und schließlich die Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

**Weltanschauung** (s. a. Kant; Menschenleben; Philosophie; Weltproblem). Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von Professor Dr. L. Busse. 2. Auflage.

Will mit den bedeutendsten Erscheinungen der neueren Philosophie bekannt machen; die Beschränkung auf die Darstellung der großen klassischen Systeme ermöglicht es, die beherrschenden und charakteristischen Grundgedanken eines jeden scharf herauszuarbeiten und so ein möglichst klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauung zu entwerfen.

**Weltäther** s. Moleküle.

**Welthandel.** Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. Max Georg Schmidt.

Eine zusammenfassende Übersicht der Entwickelung des Handels führt von dem Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Auffindung des Seewegs nach Indien und der Entdeckung Amerikas beginnt und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann nach dem alten Hansawort „Mein Feld ist die Welt" den ganzen Erdball erobert.

**Weltproblem** (s. a. Philosophie; Weltanschauung). Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Privatdozent Dr. J. Petzoldt.

Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt, ihre Elemente nicht Atome oder sonstige absolute Existenzen, sondern Farben-, Ton-, Druck-, Raum-, Zeit- usw. Empfindungen sind, trotzdem aber die Dinge nicht bloß subjektiv, nicht bloß Bewußtseinserscheinungen sind, vielmehr die aus jenen Empfindungen zusammengesetzten Bestandteile unserer Umgebung forteristierend zu denken sind, auch wenn wir sie nicht mehr wahrnehmen.

**Wetter.** Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigeren Aufgaben der Meteorologie. Von Professor Dr. Leonh. Weber. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln.

Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

**Wirtschaftsgeschichte** (s. a. Amerika; Eisenbahnen; Geographie; Handwerk; Japan; Rom; Soziale Bewegungen; Verkehrsentwicklung). Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. Von Professor Dr. L. Pohle.

Gibt in gedrängter Form einen Überblick über die gewaltige Umwälzung, die die deutsche Volkswirtschaft im letzten Jahrhundert durchgemacht hat: die Umgestaltung der Landwirtschaft; die Lage von Handwerk und Hausindustrie; die Entstehung der Großindustrie mit ihren Begleiterscheinungen; Kartellbewegung und Arbeiterfrage; die Umgestaltung des Verkehrswesens und die Wandlungen auf dem Gebiete des Handels.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 M.

**Wirtschaftsgeschichte.** Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geograph. Grundlage geschildert von Professor Dr. Chr. Gruber. Mit 4 Karten.

Beabsichtigt, ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen und darzulegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

——— Wirtschaftliche Erdkunde. Von Professor Dr. Chr. Gruber.

Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klar machen und das Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten eröffnen. Das Weltmeer als Hochstraße des Weltwirtschaftsverkehrs und als Quelle der Völkergröße, — die Landmassen als Schauplatz alles Kulturlebens und der Weltproduktion, — Europa nach seiner wirtschaftsgeographischen Veranlagung und Bedeutung, — die einzelnen Kulturstaaten nach ihrer wirtschaftlichen Entfaltung (viele geistreiche Gegenüberstellungen!): all dies wird in anschaulicher und großzügiger Weise vorgeführt.

**Zoologie** s. Ameisen; Tierleben.

## Übersicht nach den Autoren.

Abel, Chemie in Küche und Haus.
Abelsdorff, Das Auge.
Alkoholismus, Der, seine Wirkungen und seine Bekämpfung. 3 Bände.
Auerbach, Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre.
Biedermann, Die technische Entwickl. der Eisenbahnen der Gegenwart.
Biernacki, Die moderne Heilwissenschaft.
Bloch, Die ständischen u. sozialen Kämpfe.
Blochmann, Luft, Wasser, Licht u. Wärme.
Boehmer, Jesuiten.
Boehmer, Luther im Lichte der neueren Forschungen.
Bongardt, Die Naturwissenschaften im Haushalt. 2 Bändchen.
Bonhoff, Jesus und seine Zeitgenossen.
Borinski, Das Theater.
Börnstein und Marckwald, Sichtbare und unsichtbare Strahlen.
Braasch, Religiöse Strömungen.
Bruinier, Das deutsche Volkslied.
Brüsch, D. Beleuchtungsart. d. Gegenwart.
Buchner, 8 Vorträge a. d. Gesundheitslehre.
Burgerstein, Schulhygiene.
Bürkner, Kunstpflege in Haus u. Heimat.
Busse, Weltanschauung. d. gr. Philosoph.
Crantz, Arithmetik und Algebra. I.
Daeneil, Geschichte der Ver. Staaten von Amerika.
v. Duhn, Pompeji.
Eckstein, Der Kampf zwischen Mensch und Tier.
Erbe, Hist. Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.
Franz, Der Mond.
Frech, Aus der Vorzeit der Erde.
Frentzel, Ernähr. u. Volksnahrungsmittel.
Geffcken, A. d. Werdezeit d. Christentums.
Gerber, Die menschliche Stimme.
Giesebrecht, Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte.
Giesenhagen, Unsr. wicht. Kulturpflanzen.
Graetz, Licht und Farben.
Graul, Ostasiatische Kunst.
Gruber, Deutsches Wirtschaftsleben.
Gruber, Wirtschaftliche Erdkunde.
Günther, Das Zeitalter der Entdeckungen.
Hahn, Die Eisenbahnen.
v. Hansemann, D. Aberglaube i. d. Medizin.
Hartwig, Das Stereoskop.
Hassert, Die Polarforschung.

## Aus Natur und Geisteswelt.

Jedes Bändchen geheftet 1 Mk., geschmackvoll gebunden 1 Mk. 25 Pfg.

Haushofer, Bevölkerungslehre.
Heigel, Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh.
Heil, D. Städte u. Bürger im Mittelalter.
Heilborn, Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.)
Heilborn, Der Mensch.
Hennig, Einführung in das Wesen der Musik.
Hennings, Einführg. in die Tierkunde.
Hesse, Abstammungslehre u. Darwinismus.
Hubrich, Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen.
Janson, Meeresforschung u. Meeresleben.
Kautzsch, Die deutsche Illustration.
Kirchhoff, Mensch und Erde.
Knabe, Geschichte d. deutsch. Schulwesens.
Knauer, Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt.
Knauer, Die Ameisen.
Kraepelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander.
Krebs, Haydn, Mozart, Beethoven.
Kreibig, Die fünf Sinne des Menschen.
Külpe, Die Philosophie der Gegenwart.
Külpe, Immanuel Kant.
Küster, Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.
Kuypers, Volksschule und Lehrerbildung in den Ver. Staaten.
Laughlin, Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben.
Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit.
Loening, Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches.
Lotz, Verkehrsentwcklg. i. Dtschl. 1800—1900.
Luschin von Ebengreuth, Die Münze.
Maas, Lebensbedingungen der Tiere.
Mater, Soziale Bewegungen u. Theorien.
von Maltzahn, Der Seekrieg.
Manes, Grundzüge d. Versicherungswes.
Maennel, Vom Hilfsschulwesen.
Martin, Die höh. Mädchenschule in Dtschld.
Matthaei, Deutsche Baukunst i. Mittelalt.
Mehlhorn, Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.
Mehringer, Das deutsche Haus und sein Hausrat.
Merckel, Bilder aus der Ingenieurtechnik.
Merckel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.
Mie, Molekül — Atome — Weltäther.
Miehe, Die Erscheinungen des Lebens.
von Negelein, Germ. Mythologie.
Oppenheim, Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit.
Otto, Das deutsche Handwerk.
Otto, Deutsches Frauenleben.
Pabst, Die Knabenhandarbeit.
Paulsen, Das deutsche Bildungswesen.
Petzoldt, Das Weltproblem.
Pfannkuche, Religion u. Naturwissensch.
Pischel, Leben und Lehre des Buddha.
Pohle, Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert.
von Portugall, Friedrich Fröbel.
Pott, Der Text des Neuen Testaments nach seiner geschichtl. Entwicklung.
Ranck, Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses.
Rathgen, Die Japaner.
Rehmke, Die Seele des Menschen.
Richert, Schopenhauer.
von Rohr, Optische Instrumente.
Sachs, Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers.
Scheffer, Das Mikroskop.
Scheid, Die Metalle.
Scheiner, Der Bau des Weltalls.
Schirmacher, Die mod. Frauenbewegung.
Schmidt, Gesch. des Welthandels.
Schumburg, Die Tuberkulose.
Schwemer, Restauration und Revolution.
Schwemer, Die Reaktion u. die neue Ära.
Schwemer, Vom Bund zum Reich.
von Soden, Palästina.
von Sothen, D. Kriegswesen i. 19. Jahrh.
Spiro, Geschichte der Musik.
Stein, Die Anfänge der menschl. Kultur.
Steinhausen, Germ. Kultur in der Urzeit.
Teichmann, Der Befruchtungsvorgang.
Tews, Schulkämpfe der Gegenwart.
Tolksdorf, Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland.
Uhl, Entsteh. u. Entwickl. uns. Mutterspr.
Unold, Aufgab. u. Ziele d. Menschenlebens.
Vater, Theorie u. Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. — Die neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. — Dampf u. Dampfmaschine.
Voges, Der Obstbau.
Volbehr, Bau u. Leben d. bildenden Kunst.
Wahrmund, Ehe und Eherecht.
Weber, Wind und Wetter.
Weber, Von Luther zu Bismarck. 2 Bdch.
Wedding, Eisenhüttenwesen.
Weinel, Die Gleichnisse Jesu.
Weise, Schrift- u. Buchwes. i. alt. u. n. Zeit.
Weise, Die d. Volksstämme u. Landschaft.
Wilbrandt, Die Frauenarbeit.
Wieler, Die narkotischen Aufgußgetränke.
Wislicenus, Der Kalender.
Witkowski, Das d. Drama d. XIX. Jahrh.
Wustmann, Albrecht Dürer.
Zander, Nervensystem. — Leibesübungen.
Ziebarth, Kulturbilder aus griechischen Städten.
Ziegler, Allgem. Pädagogik. — Schiller.
v. Zwiedineck-Südenhorst, Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.